ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1932.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES RICHET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Un attentat odieux a versé, non seulement en France, mais dans tout le monde civilisé, la consternation et le deuil. M. **Paul Doumer**, le Président de la République, ce grand citoyen dont les quatre enfants avaient été tués pour la défense de la patrie et qui avait donné l'exemple de toutes les vertus publiques et privées, a été frappé par un misérable. La justice découvrira les sinistres personnages qui ont armé sa main meurtrière. Nous, ici, nous avons le devoir de présenter à Mme Doumer l'hommage de toute notre douloureuse et respectueuse sympathie.

La séance sera levée en signe de deuil aussitôt après le vote inscrit à l'ordre du jour pour l'élection d'un Correspondant.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de la Pentecôte la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 17 au lieu du lundi 16 mai.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Importance de la mosaïque de la Canne au point de vue de la dégénérescence.* Note de M. **J. Costantin**.

L'histoire américaine récente (1915-1932) de la mosaïque de la Canne à sucre est très importante par suite des conséquences qu'on peut en tirer au point de vue des maladies de la dégénérescence.

Découverte pour la première fois à Java, en 1890, la mosaïque s'est répandue avec une promptitude extraordinaire dans toutes les régions de culture de l'Amérique.

La première apparition de cette maladie a eu lieu dans le Nouveau-Monde seulement vers 1915, en Argentine; en 1919, à Porto-Rico, Louisiane, Saint-Kitts; en 1920, à La Jamaïque, Barbade, Trinité, Sainte-Lucie, Cuba; en 1926, en Guyane britannique; en 1928 seulement, au Pérou.

La propagation du mal a donc été très rapide, surtout de 1915 à 1920.

Partout la maladie s'est révélée intense, notamment en Louisiane : de 250000 tonnes (1913), la récolte est tombée à 42000 tonnes (1926). A Porto-Rico, en une année, les dégâts ont été évalués à 10 millions de dollars. La maladie est donc très grave, c'est le plus grand ennemi de la Canne en Amérique.

Lutte contre l'invasion. — On a lutté partout d'abord par des mesures législatives. Dès le début, pour arrêter l'extension du virus, on a arraché tous les pieds contaminés afin de les détruire (opération désignée en colonies anglaises par le mot roguing) et de les remplacer par des plants sains.

Bien que, commencé à chaque culture de bonne heure et répété jusqu'à trois fois à 10 jours d'intervalle, ce premier contrôle a été jugé inefficace, malgré quelques succès partiels.

Pour que la plantation de ces pieds jugés sains donne des résultats, il faut qu'ils puissent résister à l'invasion. *Le caractère sain ne suffit donc pas, il faut y ajouter une immunité au moins partielle.* C'est là une donnée importante entrevue à la Jamaïque en 1924.

La grande difficulté, dans ce pays, était d'avoir des types restant indemnes, car toutes les variétés cultivées étaient sensibles à la maladie; on a cependant trouvé une solution pratique provisoire de cette question agricole.

En Europe et en Amérique du Nord, pour la Pomme de terre, on s'est trouvé en face d'un problème semblable. On a surtout cherché à se procurer des tubercules sains, et l'on a eu l'illusion de croire l'obstacle surmonté, mais on se désintéressait peut-être un peu trop de la résistance.

Voici la technique curieuse imaginée primitivement à La Jamaïque. Quand le nombre

des pieds malades dépassait 10 pour 100 d'une plantation, on replantait totalement avec la canne *Uba* résistante; malheureusement, par défaut de sucre, ce type était sans valeur industrielle. Dans les grandes exploitations, ces *Uba* constituaient une grande barrière arrêtant la propagation du mal sur les cultures faites au delà avec des variétés saines et industrielles (toutes susceptibles et non résistantes). L'opération était risquée et, en fait, elle n'a pas donné satisfaction et, après essais répétés, il a fallu chercher une autre solution.

Existe-t-il une méthode simple pour se procurer des types résistants?

Orton (1911) en a imaginé une dans le cas de la flétrissure du Cotonnier (wilt) due à un Champignon (*Fusarium vasinfectum*) dont les cultures pures étaient inoculées à la terre de tout un champ : presque toutes les plantes se flétrissaient et mourraient; quelques-unes appartenant à d'autres variétés, qui avaient échappé à la sélection, étaient douées d'immunité et restaient bien vivantes. Malheureusement elles n'avaient pas de valeur industrielle. Pour les utiliser, on les croisaient avec les variétés sensibles mais dignes d'être cultivées. On infusait ainsi la résistance à ces dernières.

Avec la Canne, la lutte est plus difficile que celle engagée contre les Champignons. Il s'agit, pour la mosaïque, d'un ultra-microbe ou d'un ultra-virus incultivable. Dans les champs de culture, qui s'inoculent spontanément par l'intervention des Pucerons, ancun pied n'apparaît comme doué de résistance. C'est seulement par le traitement dû à l'altitude (Soltwedel 1887-1889) qu'on a pu découvrir des plants doués de cette propriété.

Rôle des Montagnes. — Déjà Brandes avait remarqué, en 1924, que malgré sa résistance *Uba* était à proscrire et il mettait en doute la sagesse des cultivateurs de Natal qui ne voulaient cultiver que ce type.

Ce même auteur préconisait les méthodes javanaises qui consistent à pratiquer la sélection pathologique parmi les pépinières (qu'il appelle jardins) de germinations à *haute altitude*, puis à transporter uniquement les plantes saines dans d'autres jardins à une moindre élévation, enfin à continuer jusqu'aux plantations de plaine. (C'est la méthode décrite par Lyon, en 1920, contre le séreh, à Java.)

En 1927 et 1929 (¹), j'ai insisté sur le rôle de l'altitude pour les hybrides (cette action étant prouvée pour les boutures). Si l'on croise deux variétés cultivées dans les contrées tropicales (Cannes à tige épaisse ou Cannes nobles), comme elles sont toutes deux sans résistance à la dégénérescence, l'hybride peut donner des hauts rendements en sucre, il est sensible à la maladie, on doit renoncer à sa culture. On n'a des résultats satisfaisants

---

(¹) COSTANTIN, *Ann. Sc. nat. Bot.*, 10ᵉ série, 9, 1927, p. 299 à 369; *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1345; *Rev. Bot. appl. et Agric. col.*, 9, 1929, p. 229 à 240.

qu'en employant pour l'un des parents dans le croisement seulement des types montagnards. Dans les produits de l'hybridation, l'action du climat alpestre se fait ainsi sentir. Mais la sève montagnarde doit être dosée et faible pour ne pas nuire à la qualité sucrière; il faut donc encore envoyer les germinations de ces Cannes en montagne et cette dernière agit donc doublement sur les hybrides.

Ainsi s'explique le prodigieux succès des variétés javanaises dont l'emploi depuis 1916 s'est répandu dans toutes les îles et sur le continent américain où leur utilisation constitue une véritable révolution économique. On est donc en droit de dire qu'une immense expérience, qui dure depuis 1916 et se continue jusqu'à aujourd'hui, prouve que les Cannes préparées à Java dans les montagnes résistent à la mosaïque, maladie de dégénérescence. C'est ce qui avait été établi déjà, sur une échelle bien moindre, par Kuyper (1925) et Jeswiet (1928) dans les Indes néerlandaises.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur la dispersion des neutrons du glucinium et l'existence de noyaux de recul provoqués par le lithium excité.* Note de MM. **M. de Broglie** et **L. Leprince-Ringuet**.

A. Nous avons continué l'étude des effets du nouveau rayonnement émis par les éléments légers quand ils sont bombardés par des particules α de l'émanation du radium. On sait qu'une partie de ce rayonnement consiste en rayons susceptibles de donner naissance à des noyaux de recul fortement ionisants, ces rayons sont probablement des neutrons; pour la commodité du langage, nous les désignerons sous ce nom. Nous avons reconnu que ces neutrons sont fortement dispersés par les milieux matériels, et nous citerons en particulier l'expérience suivante : Une ampoule contenant de l'émanation du radium et du glucinium en poudre envoie son rayonnement isotrope dans toutes les directions. Une chambre d'ionisation de petites dimensions est séparée de la source par un écran de plomb de 15^{cm} qui arrête le rayonnement γ de l'émanation et une partie du faisceau direct de neutrons.

La chambre d'ionisation est reliée à un amplificateur à lampes qui indique sur un oscillogramme le passage individuel des corpuscules fortement ionisants : on peut ainsi déceler le passage de tous les corpuscules donnant dans la chambre plus d'un millier de paires d'ions. L'amplificateur est proportionnel et donne pour chaque passage le nombre de paires d'ions

collectées. La chambre est tapissée intérieurement de paraffine de façon à détecter plus facilement les rayonnements de neutrons.

Au cours des expériences on enregistre le nombre de passages de noyaux atomiques fortement ionisants, soit en mettant, soit en supprimant des écrans latéraux de plomb, paraffine, KCl. Ces écrans ont plusieurs centimètres d'épaisseur et sont vus de la source, sous un angle solide qui est le cinquième environ de 4π. Un neutron issu de la source peut ainsi frapper les écrans, puis être diffusé vers la chambre avec tous les angles de diffusion possibles supérieurs à 45°.

Les résultats obtenus montrent que dans ces conditions expérimentales l'effet dû à la dispersion des neutrons par les écrans latéraux est considérable : le nombre des noyaux atomiques ionisants collectés varie du simple au double lorsque l'on place des diffuseurs latéraux de plomb, c'est-à-dire que cet effet atteint l'ordre de grandeur de celui que l'on observe sans écrans proches (ce dernier est dû au rayonnement direct filtré par 15^{cm} de plomb, et aussi à la dispersion possible vers l'arrière par les parois éloignées de l'appareil, les murs, etc.). Avec des écrans latéraux de KCl et de paraffine, il y a aussi une forte augmentation du nombre des rayons observés.

Cet effet de diffusion ne semble pas favoriser une espèce de rayons de recul plutôt qu'une autre, tout au moins d'une façon très frappante : la proportion des diverses amplitudes est du même ordre pour le faisceau de neutrons directs et pour le rayonnement de neutrons diffusés. Il y aura lieu de tenir compte des effets de ce genre dans l'interprétation des expériences d'absorption.

B. Mme Irène Curie [1] a signalé que le lithium, sous l'excitation des rayons α du polonium, émet un rayonnement du genre γ relativement peu pénétrant et absorbé de moitié par 4^{mm} de plomb. En employant comme excitateur l'émanation du radium, nous avons reconnu la présence de neutrons capables de fournir des noyaux de recul analogues à ceux qui proviennent du glucinium, quoique en nombre très inférieur; ces neutrons peuvent encore être observés après la traversée de plusieurs centimètres de plomb.

---

(1) Mme Irène Curie, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 1412.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelle preuve de la spécificité individuelle des spirochètes de la fièvre récurrente hispano-africaine.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **Charles Anderson**.

Nous avons soutenu, à plusieurs reprises, l'opinion que les spirochètes des fièvres récurrentes ne pouvaient être rangés par espèces, mais seulement en groupes plus ou moins cohérents, et que la connaissance de l'étendue de leurs propriétés pathogènes était actuellement la seule base possible de leur classification. L'une des deux meilleures méthodes spécifiques qui nous servent pour la distinction des espèces microbiennes entre elles, la recherche des immunités croisées, montre qu'il existe, dans un même groupe, autant de types de spirochètes que de souches examinées. L'autre méthode, la recherche des pouvoirs agglutinant et lytique, a donné des résultats pareils.

Notre opinion n'a pas reçu un assentiment unanime. P. Delanoë objecte que, pour mettre en évidence l'immunité croisée, « il faut la manière » et que « l'injection d'épreuve doit être convenablement dosée. Si elle est trop forte, l'immunité croisée n'apparaîtra pas ; si, par contre, elle est convenablement dosée, elle ressortira nettement » [1]. En langage clair, nous aurions, dans nos expériences, employé, pour l'épreuve des doses de virus trop fortes et ces fortes doses auraient brisé une immunité délicate que d'autres doses, mieux appropriées au but à poursuivre, eussent respectée. A l'appui de son opinion, P. Delanoë produit quelques expériences, peu démonstratives à notre avis, et qu'il considère comme favorables à sa thèse.

Chercher à doser le nombre des spirochètes contenus dans un virus, n'est pas seulement impraticable. Cette recherche est illusoire, puisque, à côté des spirochètes visibles, il en est qui échappent à la vue et que ce sont précisément ces formes qui offrent la plus grande virulence.

Il existe, d'autre part, un moyen bien simple de réduire la dose virulente à l'extrême, et de supprimer, par là même, le facteur dose : c'est d'employer, pour l'inoculation d'épreuve, le dépôt des virus sur la muqueuse conjonctivale. La virulence des spirochètes est telle que leur pénétration à travers la conjonctive est à peu près fatale.

Douze animaux (surtout des cobayes), divisés en deux séries de six, ont

---

(1) P. Delanoë, *Contribution à l'étude des spirochètes de l'ornithodore des terriers du Maroc* Sp. marocanum (*Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, **18**, 1929, fasc. 3, p. 305 et suiv.).

été inoculés avec chacune des quatre souches que nous possédons du spirochète de la fièvre récurrente hispano-africaine (le germe même étudié par Delanoë), savoir : V des ornithodores du Maroc; Z, B et R de trois cas humains, les seuls observés jusqu'à présent en Tunisie.

L'épreuve a été pratiquée, pour les six animaux de la première série, par voie sous-cutanée, pour ceux de la seconde par voie conjonctivale et, dans chaque série, sur deux animaux pour chaque virus. L'un de ces animaux a été éprouvé le 15e jour, l'autre le 30e jour après la date présumée de guérison de la première infection (10e jour qui suit la dernière constatation de la présence des spirochètes dans le sang, délai nécessairement arbitraire; mais le même qu'emploie Delanoë).

Les résultats ont été pareils pour les deux séries (sous-cutanée et conjonctivale); les animaux, éprouvés après 15 et 30 jours, se sont infectés. Il n'y a eu que quatre résultats non concordants. Cette non-concordance n'est d'ailleurs qu'apparente, ainsi que le montre le détail des observations :

1° Une souris, ayant présenté une première infection normale à virus B (4 accès), a été éprouvée sans succès par voie sous-cutanée avec le virus Z, au 15e jour de sa guérison. Une seconde épreuve identique, tentée 12 jours plus tard, n'a pas été suivie d'un meilleur résultat.

Cependant, le cerveau de cette souris, prélevé 7 jours après la seconde tentative, a infecté un cobaye. La souris s'était donc bien infectée, mais sous forme invisible. A noter que cette expérience a été doublée d'une autre dans laquelle un rat, infecté par le même virus B, puis éprouvé par la même voie avec le virus Z, dans le même délai de 15 jours, s'est infecté.

2° Une autre souris, ayant présenté une première infection (4 accès) particulièrement marquée et prolongée par virus R, a été éprouvée, sans succès, avec le virus V par voie conjonctivale; une seconde épreuve, pratiquée 12 jours plus tard, n'a pas été non plus suivie d'infection. Cependant, le cerveau de cette souris, prélevé le 9e jour qui a suivi la seconde épreuve, a infecté un cobaye.

Dans ce cas, comme dans le précédent, la souris s'était bien infectée, mais sous forme de maladie invisible.

3° Un rat, inoculé du même virus et éprouvé par voie conjonctivale, 15 jours après sa guérison, avec le même virus V, ne s'est par infecté; mais, éprouvé une seconde fois le 25e jour, il a contracté une infection visible.

A noter que les expériences 2 et 3 ont été reprises sur un cobaye, inoculé du même virus R, puis éprouvé, au 15e jour de sa guérison, avec le même virus V et que ce cobaye s'est infecté à la suite de l'inoculation d'épreuve.

4° Enfin, un cobaye infecté pour la première fois avec le virus B et éprouvé avec le virus Z, un mois après guérison de sa première infection, ne s'est pas infecté. Par suite d'une omission, il n'a pas été tenté sur lui une seconde épreuve et l'on n'a pas recherché la virulence de son cerveau. L'observation est donc incomplète. D'autre part, sa portée est rendue nulle par le cas d'un autre cobaye, inoculé et éprouvé de

la même manière et chez qui l'épreuve a été pratiquée, non pas un mois, mais quinze jours après la guérison. Ce second cobaye s'est infecté.

Nous sommes autorisés à conclure que, contrairement à l'opinion de Delanoë, la dose employée ne joue pas de rôle dans l'inoculation d'épreuve. Notre conception sur la *spécificité individuelle des spirochètes* conserve donc toute sa valeur.

La méthode des immunités croisées, comme celle des pouvoirs agglutinant et lytique des sérums, distingue autant de types individuels qu'il se trouve d'exemplaires étudiés dans un groupe de spirochètes, caractérisé par la communauté de l'agent de transmission naturel et par les mêmes propriétés pathogènes. Tel est, en particulier, le cas des spirochètes du groupe *hispanicum*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Longue survie d'hévéas brisés par un typhon.* Note de M. **A. Yersin.**

Le 6 novembre 1926, un typhon violent, venant de la mer de Chine, atteignait Nhatrang et dévastait la région. La plantation de Suôi-Giao, qui appartient à l'Institut Pasteur, était particulièrement éprouvée.

Nous avons à Suôi-Giao environ 250 hectares d'hévéas en culture. Ces arbres sont exploités régulièrement. Le produit de la vente du caoutchouc nous permet de pourvoir aux frais de divers essais agricoles, en particulier à la poursuite de nos études sur l'acclimatation des quinquinas en Indochine.

Le lendemain du typhon, nous constations les dégâts suivants dans la plantation d'hévéas :

Arbres déracinés	1251
Arbres brisés à 1-2^{m} au-dessus du sol	929
Arbres avec grosses branches cassées	915
Soit au total	3095

hévéas gravement touchés, sur un effectif de 66000 arbres environ qui étaient en exploitation (4,7 pour 100 du total).

Les 1251 arbres déracinés n'ont pu être relevés et ont été définitivement perdus pour nous.

Les 915 arbres qui n'avaient perdu que des grosses branches ont repris dans la suite et sont rentrés progressivement en exploitation régulière.

Quant aux 929 arbres brisés à 1-2^{m} au-dessus du niveau du sol, nous avons régularisé leur brisure et nous les avons laissés au repos avec l'espoir que des bourgeons se formeraient qui, en se développant, se transformeraient en rejets, puis en branches nouvelles, comme nous l'avions déjà observé dans des circonstances analogues.

Dans les six mois qui ont suivi le typhon, 239 des arbres brisés ont bourgeonné à leur partie supérieure. Ces bourgeone se sont développés, des branches nouvelles se sont formées et les arbres ont pu rentrer en exploitation régulière.

Environ 630 unités n'ont manifesté aucun signe de reprise; elles se sont desséchées dans le courant des deux années suivantes; finalement elles ont été arrachées et brûlées.

Trois mois après le typhon, nous avons remis en saignée tous les arbres brisés encore vivants. Leur production en latex a été sensiblement la même que celle de la moyenne des arbres sains de la plantation.

Le 8 mars 1931, il y avait encore 55 hévéas décapités vivants, en saignée et produisant du latex. Ces troncs mutilés ne présentaient aucun autre signe de vie que l'élaboration du latex et une lente reconstitution des écorces.

Aujourd'hui, 25 mars 1932, soit près de 6 ans après le typhon, il reste 35 de ces arbres paradoxaux qui persistent à vivre sans aucun feuillage et à produire du latex, sensiblement dans la même proportion que la moyenne des hévéas de la plantation.

En septembre 1927, soit environ 1 an après le typhon, nous avons essayé de greffer un certain nombre des troncs décapités avec des bourgeons pris sur d'autres hévéas. Sur une vingtaine d'arbres ainsi traités, deux avaient repris, quinze étaient encore douteux, lorsque l'intrusion d'un troupeau de bœufs dans la plantation a tout compromis : ces animaux ayant dévoré toute la végétation à leur portée.

Des essais de greffage nouveaux n'ont été renouvelés qu'en 1930 (5 ans après le typhon); aucun n'a donné le moindre résultat; il était manifestement trop tard.

Je puis ajouter que le caoutchouc provenant des arbres brisés par le typhon et que MM. Michelin ont bien voulu examiner spécialement, ne différait sensiblement pas de la gomme des hévéas normaux.

NOMINATIONS.

M. **A. Cotton** est désigné pour faire partie de la délégation de l'Académie à la célébration du *Troisième centenaire de l'Université d'Amsterdam.*

ÉLECTIONS.

M. **Henri Buisson** est élu Correspondant pour la Section de Physique générale par l'unanimité de 46 suffrages, en remplacement de M. *R. Blondlot* décédé.

CORRESPONDANCE.

M. **Vito Volterra**, M. **B. Cabrera** adressent à l'Académie l'expression de leurs sentiments de condoléance à l'occasion de l'assassinat de M. *Paul Doumer*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Centenaire de la* Société Royale des Arts et des Sciences de l'Ile Maurice (1829-1929).

2° Rodolphe Soreau. *L'air moyen et la stratosphère. Congrès du Génie civil* (23-29 septembre 1931).

3° A. Desaux et A. Boutelier, *Manuel pratique de Dermatologie*. (Présenté par M. A. Desgrez.)

4° Albert Demolon. *La dynamique du sol.* (Présenté par M. G. Bertrand.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la relation qui existe entre un arc de courbe et l'angle sous lequel on le voit de son origine.* Note de M. **Pierre Boos.**

Soit, dans une certaine variété V, une courbe G sur laquelle est pris un arc MM′ de longueur l; en faisant au besoin certaines restrictions sur la région de V dans laquelle se trouve la courbe G, il existe une géodésique et une seule qui passe par M et M′, cette géodésique fait avec la tangente en M à la courbe G un angle c qui dépend de la longueur l de l'arc et en général de sa position sur la courbe (donc de l'abscisse curviligne s du point M). L'objet du travail entrepris est la recherche de courbes telles que cette fonction de l et de s ait certaines formes particulières; ceci d'ailleurs moyennant certaines conditions qui seront précisées ci-après.

La plus intéressante de ces formes particulières est réalisée lorsque l'*angle c ne dépend pas de s, mais seulement de l*; nous disons que la courbe G correspondante (supposée distincte d'une géodésique) possède la propriété (P) : par exemple si V se réduit à un plan, tous les cercles de ce plan possèdent la propriété (P). Nous sommes ainsi conduits naturellement à étudier le problème suivant, le plus simple qu'on puisse se poser dans l'ordre d'idées actuel.

Déterminer les surfaces S *telles que par un point régulier quelconque de l'une d'elles passe une infinité continue de courbes* G *possédant la propriété* (P). En rapportant la surface à un système de coordonnées polaires géodésiques dont l'origine est le point régulier de la surface qui est l'origine de l'arc de longueur l étudié sur G, on trouve pour c le développement limité suivant :

$$(1)\quad c(l,s)=\frac{l}{2}z(s)+\frac{l^2}{3!}z'+\frac{l^3}{4!}[z''+K(s)z]+\frac{l^4}{5!}\left(z'''+\frac{7}{3}Kz'-\frac{z^2z'}{6}+2K'z\right)+\ldots$$

où l'on a désigné par s l'abscisse curviligne du point M sur G, par $z(s)$ la courbure géodésique de la courbe G, par $K(s)$ la courbure totale de la surface au point M et où les accents désignent les dérivées par rapport à l'arc l. La solution du problème est alors immédiate : S *doit être une surface à courbure totale constante et* G *doit être un cercle géodésique* ($z=$ const.) *de* S. D'ailleurs l'existence du groupe des ∞^3 applications de S sur elle-même montre que les conditions nécessaires trouvées sont suffisantes.

En vue de généraliser ce résultat, on peut se proposer de *déterminer les*

surfaces S *telles que par un point quelconque de l'une d'elles passe au moins une courbe possédant la propriété* (P). La solution de ce problème est une conséquence de la résolution du problème plus général que voici : *Une surface (analytique)* S *étant choisie au hasard, existe-t-il sur* S *une courbe régulière* G *possédant la propriété* (P)? La réponse à cette question est négative, il paraît difficile de l'obtenir en se limitant à la considération du développement (1). Voici, rapidement indiqué, le principe de la méthode que nous avons suivie :

Nous avons adopté sur S le système de coordonnées orthogonales suivant : v est l'arc de la courbe G et les courbes $v =$ constante sont les géodésiques de S normales à G; u est l'arc de la géodésique (v) compris entre G et le point de coordonnées u, v. Dans ces conditions le ds^2 de la surface est de la forme $du^2 + C^2 dv^2$ et l'équation différentielle des géodésiques de S est

$$(2) \qquad \frac{d^2u}{dv^2} = 2\frac{C'_u}{C}\left(\frac{du}{dv}\right)^2 + \frac{C'_v}{C}\frac{du}{dv} + CC'_u.$$

Or, si $F(u', u, v)$ est une fonction holomorphe de u', u, v telle que $F(O, O, v)$ ne soit pas identiquement nulle, l'intégrale de l'équation

$$u'' = F(u', u, v + s) \qquad (s \text{ paramètre}),$$

définie par les conditions $u = 0$, $u' = \varepsilon$ pour $v = 0$, dépend de s, si F dépend de v. Pour démontrer cette propriété nous utiliserons un procédé analogue à celui employé par M. Painlevé dans son Mémoire sur les équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme ; en posant

$$\varepsilon = \lambda^2, \qquad u = \lambda^2 U, \qquad v = \lambda V,$$

nous cherchons un développement en série de l'intégrale U en fonction de λ et nous établissons que *si* F *dépend de* v, *un au moins des coefficients du développement de l'intégrale étudiée dépendra de* s.

L'application de ce résultat à l'équation (2) et la considération de certaines formules d'analyse où intervient la fonction eulérienne $B(p, q)$, permettent de démontrer que si C dépend de v, l'intégrale $u(v, \varepsilon, s)$ de l'équation (2) où l'on a remplacé v par $v + s$, définie par les conditions $u = 0$, $u' = \varepsilon$ pour $v = 0$, dépend de s et que la fonction $v(\varepsilon, s)$ tendant vers zéro en même temps que ε définie par la relation

$$u(v, \varepsilon, s) = 0$$

dépend aussi de s. Il en résulte que *la courbe* G *ne peut posséder la propriété* (P) *que* si la fonction $C(u, v)$ est indépendante de v, donc *si la*

surface S *est applicable sur une surface de révolution*, la courbe G étant l'analogue d'un parallèle de cette surface. Il est facile de vérifier que ces conditions nécessaires sont suffisantes; donc :

S'il existe sur une surface une courbe régulière (non géodésique) telle que l'angle, sous lequel un arc de longueur l est vu de son origine, soit indépendant de la position de l'arc sur la courbe et ne dépende que de l, la surface est applicable sur une surface de révolution et il existe une infinité de courbes possédant la même propriété : à savoir ceux des cercles géodésiques de la surface qui correspondent aux parallèles de la surface de révolution.

Le détail des démonstrations et l'exposé des autres résultats obtenus sur cette question feront l'objet d'une publication ultérieure.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques généralisations de l'inégalité de Jensen*. Note de M. **Michel Fekete**, présentée par M. Hadamard.

1. Soit donnée dans le plan de z une courbe l, continue et fermée sans se couper elle-même, le long de laquelle une fonction $\varphi(z)$, holomorphe dans le domaine fermé D limité par l, est de module constant égal à 1. *Alors toute fonction $f(z)$, holomorphe dans* D *et s'y annulant aux points z_j ($j=1, \ldots, n$) dont aucun ne coïncide avec les zéros ζ_j ($j=1, \ldots, \nu$) de $\varphi(z)$ intérieurs à l, satisfera à l'inégalité*

$$(1) \qquad \left|\frac{f(\zeta_1)\ldots f(\zeta_\nu)}{\varphi(z_1)\ldots\varphi(z_n)}\right| \leqq \underset{z \text{ ou } l}{\mathrm{Max}} |f(z)|^\nu.$$

Cet énoncé, fournissant une généralisation d'un théorème bien connu de Jensen, s'établira par une méthode adoptée par M. Goursat pour la démonstration de la proposition de Jensen, combinée avec le fait que, sous les hypothèses ci-dessus, l'argument de $\varphi(z)$, croissant toujours lorsque le point z parcourt la courbe l dans le sens direct, reçoit un accroissement égal à $2\pi\nu$.

2. *Pour la démonstration*, supposons que $z_1, \ldots, z_n$ est l'ensemble de *tous* les zéros de $f(z)$ dans D. Du point z_j comme centre, décrivons un cercle c_j de rayon ε assez petit pour que les régions $|z - z_j| \leqq \varepsilon$, laissant à l'extérieur tous les points ζ_j et étant intérieures à l, n'aient pas entre elles de points communs; puis menons d'un point α_j de c_j à un point β_j de l une coupure l_j telle que le domaine D_ε, dont le contour se compose de l, c_j ($j=1, \ldots, n$) et l_j ($j=1, \ldots, n$), soit de connexion simple et contienne dans son intérieur

les points ζ_j ($j = 1, \ldots, \nu$). Alors l'intégrale

$$y = \oint \log f(z) \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)} dz,$$

prise le long du contour complet de D_ε dans le sens direct, sera égale à $2\pi i \log f(\zeta_1) \ldots f(\zeta_\nu)$.

D'autre part, y se décompose en la somme de $3n + 1$ intégrales de la fonction

$$\log f(z) \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)},$$

la première étant étendue à la courbe l dans le sens direct, les n consécutives aux cercles c_j ($j = 1, \ldots, n$) dans le sens indirect et, enfin, $2n$ intégrales étant prises le long des chemins l_j de β_j à α_j et de α_j à β_j.

La contribution de ces dernières étant $2\pi i \log \varphi(\alpha_1) \ldots \varphi(\alpha_n) / \varphi(\beta_1) \ldots \varphi(\beta_n)$ on aura

$$\frac{1}{2\pi i} \oint_{C+} \log f(z) \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)} dz = \log \left[\frac{\varphi(\beta_1) \ldots \varphi(\beta_n)}{\varphi(\alpha_1) \ldots \varphi(\alpha_n)} f(\zeta_1) \ldots f(\zeta_\nu) \right]$$
$$+ \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{2\pi i} \oint_{c_i^+} \log f(z) \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)} dz.$$

Le dernier terme du second membre tendant, pour $\varepsilon \to 0$, lui-même vers zéro, on obtiendra, par ce passage à la limite,

$$(2) \quad \frac{1}{2\pi i} \oint_{C+} \log f(z) \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)} dz = \log \frac{f(\zeta_1) \ldots f(\zeta_\nu)}{\varphi(z_1) \ldots \varphi(z_n)} + \log \varphi(\beta_1) \ldots \varphi(\beta_n).$$

Moyennant la transformation $\varphi(z) = e^{i\vartheta}$, fournissant en vertu de notre remarque de la fin du paragraphe I une correspondance univoque $z = \psi(\vartheta)$ entre les points z de C et l'intervalle $0 \leq \vartheta \leq 2\pi\nu$, on déduit de l'égalité (2) (en égalant les parties réelles des deux côtés)

$$(3) \quad \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi\nu} \log |f[\psi(\vartheta)]| \, d\vartheta = \log \left| \frac{f(\zeta_1) \ldots f(\zeta_\nu)}{\varphi(z_1) \ldots \varphi(z_n)} \right|;$$

ce qui, généralisant l'identité de Jensen, vérifie *a fortiori* l'inégalité généralisée de Jensen (1).

L'inégalité (1) est la meilleure possible en ce sens qu'elle devient une *égalité* pour certaines fonctions $f(z)$ convenablement choisies. Par exemple, si a est un point intérieur de D, différent de ζ_j ($j = 1, \ldots, \nu$), alors

$$f(z) = \frac{\varphi(z) - \varphi(a)}{1 - \overline{\varphi(a)} \cdot \varphi(z)},$$

ayant exactement ν racines intérieures à D [les points de D, où $\varphi(z)=\varphi(a)$] et, en vertu de $|\varphi(a)|<1$, étant holomorphe dans D et de module constant égal à 1 sur l, satisfait (pour $n=\nu$) à la relation (1) avec le signe d'égalité.

3. Soit maintenant

$$a_0(z)+a_1(z)\,\omega(z)+\ldots+a_p(z)\,\omega(z)^p+\ldots$$

une série ordonnée suivant les puissances d'un polynome

$$\omega(z)=(z-\zeta_1)\ldots(z-\zeta_k),$$

les $a_p(z)$ étant des polynomes de degré $k-1$ au plus. Si cette série converge pour $|\omega(z)|<R$, elle converge uniformément pour $|\omega(z)|\leqq\nu<R$ et y représente une fonction $f(z)$, holomorphe dans chaque partie D simplement connexe de la lemniscate $|\omega(z)|\leqq\nu$. Soient $z_1, \ldots, z_n$ les zéros de $f(z)$ dans

$$|\omega(z)|\leqq\nu \qquad (z_\nu\neq\zeta_\mu;\ \nu=1,\ \ldots,\ n;\ \mu=1,\ \ldots,\ k).$$

Une application (réitérée si nécessaire) de (1) donne

$$\nu^n\left|\frac{a_0(\zeta_1)\ldots a_0(\zeta_k)}{\omega(z_1)\ldots\omega(z_n)}\right|\leqq\max_{|\omega(z)|=\nu}|f(z)|^k,$$

ce qui est une extension [1] de l'inégalité de Jensen à la série de puissances généralisée.

De même, par un choix convenable de $\varphi(z)$ dans l'égalité (3), on obtient une extension de la formule de Poisson-Jensen pour les séries de polynomes considérées.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines classes d'équations intégrales non linéaires.* Note de M. **J. Leray**, présentée par M. Henri Villat.

1. Soit une équation du type étudié par M. Schmidt (*Mathematische Annalen*, 65, 1908, p. 370); elle dépend de paramètres λ, μ, ... ; φ désigne la fonction inconnue; les solutions *voisines* d'une solution donnée sont fonctions algébroïdes de λ, μ, ... Soit un ensemble de valeurs des paramètres formant un continu C; pour que les solutions correspondantes constituent sur C une ou plusieurs fonctions algébroïdes finies de λ, μ, ..., il

---

[1] La possibilité d'une telle extension et son rôle dans l'étude des fonctions entières m'a été signalée par M. B. Amira.

faut et il suffit que ces solutions forment sur C un ensemble compact, c'est-à-dire qu'elles possèdent une égale continuité. Donnons de cette remarque deux applications bien simples, relatives au domaine réel :

Soit l'équation

$$\varphi(x)=\lambda\int_a^b \mathrm{K}[x, s, \varphi(s)]\,ds+\mu g(x), \tag{1}$$

où $\mathrm{K}[x, s, u]$ est borné et analytique par rapport à u; le nombre des solutions est (en général) impair, donc non nul.

Soit l'équation

$$\varphi(x)=\lambda\int_a^b \mathrm{K}(x, s)\times \mathrm{F}[\varphi(s)]\,ds+\mu g(x), \tag{2}$$

où $\lambda>0$, $0<\alpha<\mathrm{K}(x, s)<\beta$; $\gamma<\mathrm{F}(u)$, α, β, γ représentant des constantes; $\mathrm{F}(u)$ est analytique; $u^{-1}\mathrm{F}(u)$ augmente indéfiniment quand u tend vers $+\infty$. Le nombre des solutions est (en général) pair; il est nul sur une région du plan (λ, μ); une solution au moins est non bornée quand λ tend vers zéro.

Le problème des régimes permanents des fluides visqueux occupant un domaine π borné constitue un troisième exemple, singulièrement plus intéressant (*Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1180).

2. Le cas où π s'étend à l'infini peut s'étudier à partir du précédent : on éloigne indéfiniment la frontière extérieure; le problème continue à admettre au moins une solution. Mais les hypothèses de M. Schmidt ne sont plus vérifiées; et je ne sais si l'ensemble des solutions constitue encore une fonction algébroïde des données.

Plus généralement des problèmes de la nature suivante sont fréquents : on ne parvient pas à les étudier par l'emploi conjugué des deux théorèmes de M. Schmidt et de M. Arzelà utilisés au paragraphe 1, mais des problèmes voisins peuvent l'être; et un passage à la limite fournit des renseignements relatifs à l'ensemble de toutes les solutions de l'équation proposée. Ces renseignements n'excluent pas la possibilité des singularités les plus diverses, et dans certains cas banaux l'on peut vérifier que ces singularités se présentent effectivement.

L'Hydrodynamique offre les exemples les plus intéressants de telles difficultés : Soit un liquide visqueux plan (1), enfermé à l'intérieur d'une

(1) J'utilise l'étude des mouvements infiniment lents que j'ai résumée dans une Note des *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 1165.

courbe convexe fixe, et qui y adhère; l'état des vitesses est donné pour $t = 0$. Je n'ai pas réussi à construire une solution des équations de Navier régulière pour $0 \leqq t < +\infty$. Il est vrai qu'il suffirait, pour y réussir, d'améliorer légèrement certaines inégalités. J'ai alors recherché des *solutions turbulentes* du problème : je nomme ainsi tout système de fonctions u, v qui satisfont d'une part quelques inégalités (exprimant, entre autres choses, que l'énergie cinétique totale est bornée) et d'autre part l'équation intégrale que M. Oseen préfère substituer au système de Navier (*Hydrodynamik*, Leipzig, 1927, p. 58); je n'ai même pas supposé u et v dérivables au sens classique du terme. J'ai établi l'existence d'au moins une solution turbulente. De plus j'ai prouvé que toute solution turbulente coïncide avec la solution régulière que la méthode des approximations successives définit au voisinage de l'époque initiale, tant qu'existe cette solution régulière; enfin toute solution turbulente est régulière, sauf pour un ensemble de valeurs de t qui est fermé et de mesure nulle.

3. Cherchons maintenant à établir l'existence d'un mouvement régulier, pour $0 \leqq t < +\infty$, en ce qui concerne un liquide visqueux, illimité, à trois dimensions, dont l'état des vitesses est donné pour $t = 0$: nous constatons être beaucoup plus loin du but; nous préciserons dans une prochaine Note la première difficulté qui se présente. Nous y dirons aussi comment le problème analogue, à deux dimensions, ne réserve aucune surprise, même si l'on passe au cas d'un liquide parfait. (Ce dernier fait résulte du théorème d'Helmholtz, relatif à la conservation du tourbillon.)

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'analogie entre la distribution des droites de Julia des fonctions holomorphes et celle des points singuliers des fonctions analytiques.* Note de M. **Vladimir Bernstein**, présentée par M. Hadamard.

Dans une Note récente [1], j'ai énoncé, à titre d'hypothèse, une proposition relative à la distribution des droites de Julia des fonctions entières, et j'ai indiqué que j'avais pu démontrer cette proposition pour certaines classes de fonctions entières. J'ai indiqué, en me bornant au cas des fonctions d'ordre un et de type moyen, que si l'on considère une telle fonction entière $F(z) = \Sigma a_n z^n$, et si la fonction associée de M. Borel $\varphi(x) = \Sigma n! a_n x^n$

(1) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 350.

est telle que les singularités qui entrent en jeu pour la construction de son polygone de sommabilité sont de l'un des types indiqués, il y a identité entre les directions de Julia de $F(z)$ et les directions des rayons-vecteurs des points extrêmes du polygone de sommabilité de $\varphi(x)$. Les classes de singularités pour lesquelles j'ai démontré cette proposition comprennent les pôles, les points essentiels isolés (avec une restriction relative aux coefficients), certains « pôles et points essentiels algébro-logarithmiques », *et même certains ensembles denses de tels points*.

Miss Cartright vient de me faire savoir qu'il résulte de certains de ses travaux que l'identité entre les directions de Julia de $F(z)$ et celles des rayons-vecteurs des points extrêmes du polygone de sommabilité de $\varphi(x)$ ne subsiste certainement pas pour toutes les fonctions $F(z)$, de sorte que la proposition que j'ai énoncé dans la Note précédente n'est pas générale. Dans ces conditions, je crois qu'il serait intéressant de bien délimiter la classe des fonctions pour lesquelles la proposition est vraie.

J'ai l'intention d'indiquer dans cette Note la voie que j'ai suivie pour démontrer la proposition, lorsque les singularités sont de l'un des types indiqués dans la Note précédente; je continuerai à parler seulement de droites de Julia, sans m'occuper de leur classification en droites de Borel d'un certain ordre, mais je signale en passant que, dans le cas particulier où $\varphi(x)$ est méromorphe dans un cercle contenant son polygone de sommabilité, M. Valiron a démontré [1] que les sommets du polygone de sommabilité déterminent non seulement des droites de Julia, mais aussi des droites de Borel d'ordre un. Il est possible que cette affirmation subsiste pour tous les types de singularités que je considère.

Voici maintenant l'exposition succincte de mes raisonnements. Je commence par démontrer le lemme suivant : *si, pour deux valeurs* φ_1, φ_2 *de* φ, *le rapport* $\log|F(re^{i\varphi})|/r$ *tend vers une limite exacte lorsque* $r \to \infty$, *alors la fonction* $F(z)$ *prend dans le secteur* $\varphi_1 \leqq \arg z \leqq \varphi_2$ *toutes les valeurs possibles, sauf une au plus, à moins que le rapport précédent n'admette, pour toutes les valeurs de* φ *telles que* $\varphi_1 < \varphi < \varphi_2$, *une limite exacte* $h(\varphi)$, *qui peut être représentée, en coordonnées cartésiennes* (φ, h), *par un arc d'une seule sinusoïde.* Ce lemme se démontre très facilement à l'aide de théorèmes connus de MM. Phragmèn et Lindelöf.

Cela posé, admettons par exemple que le diagramme indicateur $\mathfrak{J}$ de M. Pólya de $F(z)$ contient un segment rectiligne AB se terminant par

---

[1] *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1305.

deux points anguleux (le polygone de sommabilité contient alors un sommet dont le rayon vecteur est perpendiculaire à AB), et supposons que la fonction $f(x) = 1/x\,\varphi(1/x)$ peut être représentée, à l'extérieur de $\mathcal{J}$, au voisinage des points A et B, par des formules analogues à la formule (1) de ma Note précédente, c'est-à-dire que les singularités que $f(x)$ possède nécessairement aux points A et B se réduisent, au fond, à des pôles ou à des « pôles algébro-logarithmiques ». Nous pouvons supposer, sans restreindre la généralité, que le segment AB est le segment $(1+ih,\ 1+ik)$ avec $h<k$. Alors, en appliquant des théorènes de M. Haar [1], on voit immédiatement que, pour les valeurs assez petites de $\varphi>0$, $|F(re^{i\varphi})|$ est asymptotiquement égal au produit d'un polynome par $e^{R(\cos\varphi - h\sin\varphi)}$; au contraire, pour les valeurs négatives assez petites de φ, $|F(re^{i\varphi})|$ est asymptotiquement égal au produit d'un polynome par $e^{R(\cos\varphi - k\sin\varphi)}$. Le rapport $\log|F(re^{i\varphi})|/r$ a donc, pour les valeurs positives et négatives de φ, des limites qui sont représentées, en coordonnées cartésiennes (φ, h), par des arcs de deux sinusoïdes différentes; donc, le lemme précédent permet d'affirmer que l'axe positif est une droite de Julia de $F(z)$, C. Q. F. D. Il n'est pas inutile de faire noter que *ce résultat reste vrai quelles que soient les singularités de $f(x)$ en dehors des points* A *et* B, nos suppositions étant limitées à ces deux points.

Si les singularités aux points A et B sont des points essentiels (éventuellement algébro-logarithmiques) on verra, en modifiant de façon convenable les théorèmes de M. Haar, que dans le raisonnement précédent on doit remplacer le polynome par une fonction entière d'ordre inférieur à 1; la conclusion subsiste, pourvu que l'on modifie le lemme de façon à pouvoir éviter les zéros de la fonction entière qui remplace le polynome.

Le même raisonnement sera encore applicable aux cas où, au voisinage d'un arc curviligne du contour de $\mathcal{J}$, $f(x)$ peut être représenté par une formule telle que la formule (2) de ma Note précédente (ensemble dense de pôles sur le contour de $\mathcal{J}$); en suivant l'exemple de Poincaré, on séparera les pôles en deux groupes, l'un contenant les pôles voisins d'un point considéré, et l'autre ceux qui en sont plus éloignés. L'égalité asymptotique ne sera obtenue que pour un ensemble dénombrable, mais dense de valeurs de φ; le lemme pourra encore être appliqué et l'on obtiendra un ensemble dense de droites de Julia, comme je l'ai indiqué à la fin de la Note précédente (cas II).

J'espère publier prochainement dans un autre Recueil les démonstrations détaillées des résultats précédents.

---

[1] *Math. Ann.*, **96**, 1927, p. 69.

GÉODÉSIE. — *Mesures de gravité faites au moyen de l'appareil Holweck-Lejay*, n° 2. Note de MM. **P. Lejay** et **R. Goudey**, présentée par M. G. Perrier.

L'appareil a été décrit dans une Note précédente ([1]). On mesure le rapport moyen $R = 2T/T'$ des durées d'oscillation des deux pendules, correspondant à une observation de 15 minutes : T désigne la période du pendule libre, T' celle du pendule de gravité. Le nombre obtenu doit subir une correction de température pour le ramener à la valeur correspondant à la température de 15°.

Une première série de mesures a été faite au cours des mois de juin, juillet et août.

Stations de référence.	R à 15°.	Nombre d'observations.	Valeur de g (syst. Potsdam).
Lausanne	1,005580	11	980,589 cm.
Breteuil	1,003624	17	980,941 »
Dunkerque	1,002313	17	981,170 »

Il serait facile de montrer que, dans la limite de nos mesures, la variation de g est proportionnelle à la variation de R. En utilisant les résultats obtenus dans les stations de référence, nous avons obtenu la formule

$$g = 980{,}941 \text{ cm} - 177{,}32 \text{ cm} (R - 1{,}00362),$$

qui nous a servi pour le calcul de g dans les stations faites au cours de la même campagne.

Le tableau suivant résume le résultat de nos observations.

Stations.	Latitudes.	Altitudes.	R.	g observé, O.	g calculé, C.	O — C.	Observateurs.
	° ′	m		cm	cm	10^{-3} cm	
Ornans	47. 6,4	349	1,00488	980,718	980,737	—19	G.
Fort de Montfaucon	47.15,0	610	1,00498	980,700	980,697	+ 3	G.
Besançon (Observatoire)	47.15,0	310	1,00469	980,752	980,757	— 5	G.
Châtillon-sur-Seine	47.51,5	228	1,00432	980,817	980,829	—12	L.
La Neuville, près Stenay	49.29,6	170	1,00345	980,971	980,986	—15	L.
Charleville	49.46,2	148	1,00325	981,007	981,016	— 9	L.
Aiglemont (Ardennes)	49.46,9	228	1,00327	981,003	981,002	+ 1	L.
Berck (phare)	50.23,9	15	1,00267	981,109	981,099	+10	L. et G.
La Canche (phare)	50.31,4	9	1,00265	981,113	981,111	+ 2	L.
Gris-Nez (phare)	50.52,2	47	1,00238	981,161	981,134	+27	L.
Calais (phare)	50.57,7	9	1,00245	981,148	981,150	— 2	L. et G.

([1]) *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1116.

Les valeurs de g calculé ont été obtenues au moyen de la formule de Helmert (1901), avec application des corrections de Faye et de Bouguer, mais sans tenir compte de la correction topographique.

Une deuxième série de mesures a été effectuée au mois d'octobre, en prenant comme stations de référence Bordeaux et Bayonne où g a été mesuré d'une manière très précise par M. Esclangon.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

Stations.	R à 15°.	g connu.	Observateur.
Bayonne	1,00629	980,475 cm	G.
Bordeaux	1,00569	980,572 »	G.
Besançon	1,00458	» »	G.

La formule de calcul de g est ici :

$$g = 980,572 \text{ cm} - 161,67 \text{ cm} (R - 1,00569);$$

pour Besançon, elle donne comme valeur de g

$$g = 980,751 \text{ cm},$$

nombre qui est en très bon accord avec celui qui résultait de la première série de mesures.

Un accident survenu au pendule libre a nécessité un nouveau réglage, après la première campagne, de sorte que les nombres obtenus à Bordeaux et à Bayonne ne peuvent être comparés à ceux de la première série.

MÉTROLOGIE. — *Au sujet de la recherche d'une raie nouvelle comme étalon de longueur d'onde lumineuse.* Note de M. **Albert Pérard**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai exécuté, comme précédemment, à l'interféromètre Michelson un certain nombre de comparaisons entre la raie rouge du cadmium, étalon provisoire des longueurs d'onde lumineuses et les quatre raies du krypton :

K_{v_1}	5562,2257 UA	K_{jv}	5649,5627 UA
K_v	5570,2892 UA	K_j	5870,9154 UA

et j'en ai déduit des valeurs plus précises pour les longueurs d'onde.

Les valeurs déjà très approchées ci-dessus étaient celles, rapportées à l'air normal (sec, 15°, 760^{mm}), qui résultaient de mes expériences antérieures, exécutées avant que l'instrument eût été rendu à la fois plus lumineux

(changement des verres du système de déplacement du faisceau lumineux), et plus sélectif (meilleure construction des fentes réglables et addition d'un dispositif optique pour examen d'une petite région du spectre dans le plan de la fente).

La nouvelle étude a compris un grand nombre d'observations à des différences de marche s'échelonnant entre 10^{mm} et 210^{mm}. Mais il est apparu que le système optique, prévu pour les grandes différences de marche, présentait un grossissement un peu fort pour les larges anneaux des petites épaisseurs, et que la précision était sensiblement moindre pour ces dernières. C'est pourquoi, dans les résultats qui suivent, on n'a conservé que les expériences faites à des différences de marche supérieures à 100^{mm}.

Raie.	Nombre d'expériences.	Valeur plus approchée de la λ (en angströms).	Erreur probable de cette valeur (en angströms).	Erreur probable d'une seule observation (en fraction de frange).
K_{v_1}	15	5562,22576	$\pm 0{,}00002_5$	$\pm 0{,}0055$
K_v	20	5570,2894	$\pm 0{,}00004$	$\pm 0{,}0103$
K_{jv}	20	5649,5628	$\pm 0{,}00010$	$\pm 0{,}0235$
K_j	20	5870,9161	$\pm 0{,}00004$	$\pm 0{,}0083$

Au Comité international des Poids et Mesures, M. Kösters, de la Reichsanstalt, avait proposé la raie jaune verte du krypton (K_{jv}) comme étalon de longueur d'onde, susceptible de remplacer la raie rouge du cadmium. J'ai déjà signalé que, à mon avis, cette raie est trop peu intense pour remplir convenablement un tel rôle; et, au Bureau of Standards, MM. Meggers, de Bruin et Humphreys ont émis la même opinion. La luminosité n'a pas seulement pour effet d'épargner la fatigue des yeux, elle constitue surtout la condition indispensable pour obtenir la précision maxima. C'est bien ce qui ressort en effet du tableau précédent, où j'ai inscrit la grandeur des erreurs probables calculées, non point dans l'illusion flatteuse que procure toujours le calcul des erreurs probables à celui qui ferme les yeux sur la présence indécelable des erreurs systématiques, mais pour exprimer par des chiffres la plus ou moins grande dispersion des résultats issus directement d'observations faites au même instant et dans les mêmes conditions sur les quatre raies. Dans ce tableau, l'erreur probable de la valeur de la longueur d'onde obtenue sur K_{jv} est, malgré le nombre plus grand des expériences, quatre fois plus forte que celle de K_{v_1}, et aussi plus du double de celle de K_v et K_j.

En acceptant comme étalon de longueur d'onde le jaune vert du krypton, on en restreindrait l'utilisation aux laboratoires spécialement outillés pour

l'interférométrie, possédant des appareils particulièrement lumineux. Si l'on se résignait à cette restriction, il me semblerait alors préférable de reporter son choix précisément sur cette raie K_{e_1} (5562); et je la proposerais éventuellement comme nouvel étalon. En effet les deux raies très intenses K_e et K_j, en plus de leur proximité immédiate (respectivement à 5,2 et 4,2 UA) d'autres raies, sont affectées de satellites qui ont été nettement reconnus, et auxquels sont vraisemblablement attribuables les erreurs résiduelles relativement grandes de leurs observations. La raie K_{e_1}, d'intensité encore fort satisfaisante, a sans doute l'inconvénient du voisinage relatif (à 8,1 UA) de la raie K_e beaucoup plus intense ; et elle exige en conséquence un système dispersif assez puissant ; mais, quoique la Reichsanstalt ait signalé la probabilité de sa structure complexe, aucun satellite n'a été isolé de façon certaine ; et, en tout cas, à l'expérience, elle se révèle comme singulièrement monochromatique : sur quinze observations doubles, comprises entre 100^{mm} et 210^{mm} de différence de marche, aucune n'a donné d'erreur résiduelle qui atteigne 2 centièmes de frange, et l'erreur probable d'une seule observation se réduit, pour tout cet intervalle, à 5 millièmes de frange.

Il est ainsi remarquable que l'on ait pu mettre à cette valeur de la longueur d'onde une décimale de plus (qui suppose évidemment un zéro à la droite de la valeur admise pour la raie rouge du cadmium 6438, 46960 UA), sans que cette décimale soit dépourvue de toute signification, puisque l'erreur probable n'est que de deux unités de son rang.

Ces expériences seront poursuivies, dans des conditions plus favorables encore, lorsque le Bureau international sera en possession du prisme, cinnamate d'éthyle et crown, à grande ouverture et à forte dispersion, dont la construction va être achevée.

PHYSIQUE. — *Sur la limite élastique de l'acier extra-doux étiré à la filière.* Note (1) de M. Jean Galibourg, présentée par M. Guillet.

But des essais. — On sait qu'après vieillissement à la température ordinaire, ou à une température modérée, inférieure à 200°, l'allure de la courbe de traction d'un acier extra-doux recuit, *étiré par une première traction*, subit des modifications notables, fonction du temps écoulé entre la première et la deuxième traction (2).

(1) Séance du 2 mai 1932.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 993, et 190, 1930, p. 168.

Les présents essais ont eu pour but d'étudier l'effet du même vieillissement sur l'allure du début de la courbe de traction de l'acier *étiré par passage à la filière.*

Conditions des essais. — Une barre d'acier extra-doux a été recuite, puis a subi une passe d'étirage de 10 pour 100 à la filière.

Au cours des deux heures qui ont suivi l'étirage on a découpé les éprouvettes et tractionné celles qui étaient à essayer brutes d'étirage, ou après vieillissement accéléré aussitôt après étirage. Les autres éprouvettes devant subir un vieillissement spontané ont été maintenues 70 jours à 15°.

Tous ces essais de traction ont été effectués en double. Un premier essai était opéré au moyen de l'élasticimètre à miroirs de Martens, donnant, dans les conditions adoptées, les allongements à 1/750e pour 100. Cette méthode ne permettant de mesurer que de faibles allongements, un deuxième essai était opéré en plaçant, sur une éprouvette identique à la première, un extensomètre à fil, permettant de tracer le diagramme complet de traction à une échelle d'allongement double de la grandeur naturelle.

Résultats des essais. — 1° Le diagramme de traction du métal essayé aussitôt après l'étirage de 10 pour 100 ne comporte pas de partie rectiligne à partir de l'origine. Des écoulements en fonction du temps se manifestent dès les charges les plus faibles, quand on maintient la charge fixe.

2° Un vieillissement immédiat, à 160-170°, a pour effet de :

a. Faire apparaître un palier très court, plutôt une simple brisure de la courbe, vers 40kg par millimètre carré;

b. Rectifier la courbe depuis l'origine des coordonnées jusqu'au voisinage de la limite élastique marquée par cette brisure;

c. Supprimer les écoulements sous charges constantes jusqu'au voisinage de la limite élastique.

3° Si l'on fait subir au métal brut d'étirage à la filière une traction produisant un allongement de 2,6 pour 100 (traction arrêtée à 37kg,8 par millimètre carré), et un vieillissement à 160-170°, la courbe enregistrée lors d'une traction suivant ce vieillissement est rectiligne jusqu'à un palier très net.

Donc une faible traction supplémentaire donne à une barre étirée à la filière la faculté de présenter un palier après vieillissement.

4° Un vieillissement spontané de 70 jours à 15° a rectifié la courbe de traction, depuis l'origine jusqu'à 36kg par millimètre carré environ, mais ne fait pas réapparaître de palier. Ce vieillissement spontané a donc un effet

moins accentué que le vieillissement activé à 60-170°, qui rectifiait la courbe jusqu'à 40 kg/mm² et faisait apparaître un début de palier.

5° Le métal vieilli 70 jours, à 15°, présentait, après un vieillissement supplémentaire de 20 minutes à 160-170° :

a. Une limite élastique plus élevée (40^{kg} par millimètre carré) que le même métal sans revenu supplémentaire. Ce chiffre de 40^{kg} par millimètre carré est le même si le vieillissement activé a lieu aussitôt après l'étirage à la filière.

b. Un palier plus long que sans vieillissement spontané, mais restant néanmoins de faible longueur.

En résumé : 1° Par vieillissement spontané à la température ordinaire, la courbe de traction d'un acier étiré à la filière se rectifie d'elle-même, mais, 2° pour faire apparaître nettement un palier, il faut faire subir au métal étiré une traction puis un vieillissement.

Un vieillissement de 70 jours à la température ordinaire est insuffisant pour faire réapparaître le palier. Il est probable qu'une prolongation de la durée de vieillissement à 15° eût été sur ce point sans effet notable. En effet, on n'observe pas de palier lors des essais de traction de barres étirées depuis des mois. Ce résultat différencie nettement l'étirage d'une traction simple, car un vieillissement de quelques heures à 15° suffit pour faire réapparaître très nettement le palier des aciers tractionnés au delà de la limite élastique. Les étireurs considèrent d'ailleurs que l'allongement d'une barre à la filière se fait moins par traction que par compression latérale.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un contacteur-interrupteur dans le vide pour courants de haute tension.* Note de M. **Georges Vaudet**, présentée par M. A. Cotton.

Nous nous sommes proposé la réalisation d'un contacteur-interrupteur dans le vide permettant de mettre brusquement en court circuit une ligne de haute tension.

Cette ligne fonctionne dans les conditions suivantes : on dispose d'une batterie de condensateurs de capacité 2 microfarads chargé à 100 kilovolts. On veut dépenser l'énergie emmagasinée en un temps très court, par exemple pour volatiser brusquement un fil fin, et étudier la lumière qu'il émet, ainsi que cela a déjà été fait par Anderson [1].

---

(1) Anderson, article principal sur la question : *Astrophys. Journ.*, 64, 1926, p. 295.

Pendant la charge de la batterie, il est nécessaire qu'aucun courant ne passe dans le circuit de décharge. En outre, la mise en court circuit de la batterie doit être très brève, et exclure toute espèce d'étincelle, sous peine de perdre une notable partie de l'énergie emmagasinée.

Ces conditions particulières éliminent donc tout dispositif du genre micromètre à étincelles, ou éclateur en série. Nous avons également éliminé les conjoncteurs dans l'huile ou dans le pétrole, qui sont encombrants et trop résistants.

L'appareil que nous avons choisi est basé sur la loi de Paschen relative aux potentiels explosifs. De la courbe $V = f(pd)$, seule nous occupera la partie asymptote à l'axe des tensions.

Dans une enceinte, où est fait un excellent vide, sont placées vis-à-vis deux électrodes d'acier. L'une est fixe, l'autre est mobile de deux façons : dans le sens contact, par la détente d'un ressort; dans le sens coupure, par l'action d'un électro-aimant de rappel. Cette électrode est en outre maintenue à la position coupure par un petit doigt d'acier, porté par une pièce latérale, sur lequel elle vient s'accrocher en fin de recul, ceci pour éviter de faire passer constamment du courant dans l'électro-aimant de rappel. Le doigt est lui-même maintenu en position par la poussée d'un petit ressort; l'action d'un second électro-aimant permet de le ramener en arrière, ce qui libère l'électrode mobile.

A la position coupure, la distance des électrodes (4^{cm}) et la pression dans l'enceinte (de l'ordre de la millibarye), donnent au produit pd (4.10^{-3} barye-cm) une valeur bien inférieure au minimum de la courbe de Paschen pour l'air (700 baryes-cm). Dès lors, si l'on applique une différence de potentiel de 100 kilovolts entre les électrodes, il n'y a aucun courant dans le circuit de décharge.

Libérant l'électrode mobile, celle-ci se rapproche de l'électrode fixe, et le produit pd diminue encore, de sorte que le circuit de décharge est toujours coupé, jusqu'au moment où les deux électrodes se touchent.

A ce moment, il y a fermeture brusque, sans autre résistance que celle du circuit métallique; on passe donc aussitôt de l'interruption au court circuit sans aucune étincelle, et toute l'énergie de la batterie est dépensée dans le fil à volatiliser.

L'appareil a été construit avec un tube de pyrex, portant, rodées à ses extrémités, deux culasses en bronze qui supportent les électrodes et les logements de ressorts (ressort de détente pour l'électrode mobile, ressort amortisseur de choc pour l'électrode fixe). Le doigt et son ressort sont

maintenus par une autre pièce de bronze, fixée au tube par un rodage latéral.

Les deux électros de commande sont placés à l'extérieur du tube, leur durée d'action ne dépassant pas une seconde, on peut les faire parcourir par des courants relativement intenses et réduire ainsi leur encombrement.

L'ensemble de l'appareil est fixé sur une petite table de bakélite et ses dimensions d'encombrement n'excèdent pas $40^{cm} \times 15^{cm} \times 15^{cm}$.

Le vide est obtenu par le procédé classique : pompe primaire à palettes à deux étages, pompe secondaire à diffusion de vapeur de mercure, piège à air liquide.

L'appareil a été éprouvé jusqu'à 65 kilovolts, et son fonctionnement a été satisfaisant. En particulier, le choc des électrodes l'une sur l'autre n'ébranle pas les rodages, grâce au ressort amortisseur, et l'on peut faire une seconde expérience au bout d'un temps très court. La manœuvre des électros de commande est rapide; elle est sans danger, si l'on a soin de mettre l'électrode mobile et le doigt d'arrêt du côté terre, la haute tension étant appliquée sur l'électrode fixe.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un chronographe électrique à lecture directe permettant la mesure précise d'intervalles de temps très courts.* Note de MM. **Raymond Dubois** et **Louis Laboureur**, présentée par M. A. Cotton.

Si l'on relie un condensateur électrique initialement déchargé à une source de tension constante à travers une résistance, la tension aux bornes du condensateur, nulle à l'instant $t = 0$, croît suivant une loi exponentielle en fonction du temps. La mesure de la charge acquise au bout d'un temps inconnu permet de déterminer sa durée. Les méthodes autrefois utilisées nécessitaient l'emploi d'un électromètre trop fragile pour les emplois industriels, ou bien l'utilisation d'un galvanomètre ayant le même inconvénient, et, de plus, celui de faire disparaître la grandeur à mesurer, ce qui ne permet pas l'affichage prolongé du résultat de la mesure.

Le présent dispositif résout le problème par l'emploi d'une lampe triode à grand isolement sur la grille de laquelle la tension acquise par le condensateur est appliquée à partir de l'extrémité négative du filament et dans le sens rendant le potentiel de la grille plus négatif encore. Dans ces conditions, la lampe fonctionne comme un électromètre ne dérivant aucun courant et n'altérant pas la charge emmagasinée par le condensateur, tout en

débitant un courant anodique de plusieurs milliampères facilement mesurable par des appareils à pivots. Les variations de ce courant sont parfaitement définies et stables en fonction de la tension atteinte par le condensateur au cours de sa charge.

Dans cette première forme d'appareil chronographique, la durée à mesurer est définie par la fermeture et l'ouverture du circuit contenant la source de tension de charge du condensateur sous l'action de relais commandés par le phénomène observé. Un appareil de ce genre a été réalisé il y a deux ans pour la détermination de la vitesse instantanée des véhicules par la mesure du temps qui s'écoule entre le franchissement de deux faisceaux lumineux ou infrarouges perpendiculaires à la trajectoire et distants de 2 mètres. Le milliampèremètre placé dans le circuit anodique de la triode indiquait à chaque mesure sur son cadran directement gradué en kilomètres par heure la vitesse du mobile jusqu'à 150^{kmh}.

Depuis cette époque, un perfectionnement très important a été apporté à ce chronographe en supprimant les relais par l'emploi d'une lampe à néon comme interrupteur sans inertie et sans mauvais contact possible. De plus, l'emploi de la conductibilité unilatérale de l'espace filament-grille a permis d'effectuer très aisément la charge du condensateur en le laissant connecté à la fois au filament et à la grille, dans la situation qu'il devra occuper pour la mesure de la charge, tout en respectant son isolement parfait, ce qui permet d'obtenir la permanence de la lecture. Dans ce nouveau dispositif l'intervalle de temps à mesurer est celui pendant lequel la lampe à néon est allumée, son allumage et son extinction étant provoqués par le début et la fin du phénomène. Le courant plaque prend alors la valeur correspondant à la charge acquise par le condensateur et cette valeur subsiste pendant plusieurs minutes ou plusieurs heures suivant la qualité des isolants utilisés. Après la lecture on court-circuite le condensateur pendant un bref instant afin de préparer la mesure suivante.

L'intérêt de cet appareil pour le sondage aérien et sous-marin est évident : il permet d'effectuer la mesure d'intervalles de temps très courts avec une précision pouvant atteindre 1 pour 1000, sans relais, sans embrayage, sans organe mécanique mobile. Des oscillogrammes ont montré que les phénomènes dans la lampe au néon ne présentaient aucun retard par eux-mêmes, et il a été possible de mesurer directement par cette méthode le temps mis par le son pour parcourir une centaine de mètres à un décimètre près. D'autre part, l'énergie nécessaire pour obtenir l'extinction est très faible, et, dans les essais effectués pour déterminer l'altitude

malgré le bruit des moteurs d'avions, la distance d'écho a pu être lue d'une manière régulière depuis 8^m jusqu'à 450^m.

Pour cette application, l'installation emportée par l'avion consiste en un appareil à air comprimé émettant une note aiguë durant 1/100e de seconde environ, dirigée vers le sol par un pavillon intérieur à l'avion et dont l'orifice, en retrait du contour de fuselage, est protégé par un léger déflecteur. Le récepteur est un microphone électromagnétique spécial qui est sélectif et sensible à l'écho, mais dont la période propre ne coïncide pas avec la note utilisée, de manière à éviter que les régimes transitoires soient de même fréquence que le signal. Un amplificateur à sensibilité très sélective est accordé sur le signal, et le courant de sortie, dû à l'écho, provoque l'extinction de la lampe servant à charger le condensateur chronographique. L'allumage de cette lampe est provoqué par le fonctionnement même de l'émetteur.

Le milliampèremètre du chronographe porte deux graduations en altitudes, l'une de 5^m à 70^m, l'autre de 20^m à 500^m. Le changement d'échelle s'obtient instantanément par un contact modifiant la valeur de la résistance en série avec le condensateur et réglant la vitesse de charge. L'emploi de plusieurs milliampèremètres en série permet de répéter les lectures de sonde aux différents postes de pilotage ou de navigation sans aucun autre organe supplémentaire. L'un d'entre eux peut être un enregistreur à encre et donne alors le profil de la route en coordonnées rectilignes car la vitesse de déroulement du papier peut être rendue proportionnelle à celle du mobile.

Le sondage sous-marin peut être effectué de la même manière en employant un émetteur transmettant à l'eau une vibration musicale brève avec une réception microphonique analogue à celle employée sur avion, conjuguée avec le même chronographe.

Enfin, pour les usages d'expérimentation physiologiques, le chronographe à condensateur permet l'évaluation des temps de réaction avec une précision et une commodité remarquables.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Variation avec l'épaisseur des effets magnéto-optiques par transmission des couches minces de fer.* Note de M. **Marcel Cau**, présentée par M. A. Cotton.

En vue de compléter l'étude critique de résultats expérimentaux antérieurs ([1]) et de préparer de nouvelles expériences (qui n'ont malheureusement pu être effectuées jusqu'ici), j'ai calculé les valeurs théoriques de la rotation et de l'ellipticité magnéto-optiques correspondant à des couches de fer de diverses épaisseurs déposées sur verre, placées normalement à un champ magnétique de 10 kilogauss et traversées normalement par un faisceau polarisé de longueur d'onde $\lambda = 546^{m\mu}$.

J'ai tenu compte des effets superficiels signalés dans mon Mémoire et des réflexions multiples à l'intérieur de la couche mince de métal. J'ai négligé l'influence des réflexions multiples à l'intérieur de la lamelle de verre servant de support : le calcul montre qu'elle est petite.

Méthode de calcul. — J'emploie la méthode de calcul symbolique avec les mêmes conventions et sensiblement les mêmes notations que dans mon précédent Mémoire. Soient : ζ l'épaisseur de la couche de fer supposée d'abord non aimantée; $n + jq$ son indice complexe; a, a', b, ... les facteurs de réflexion et de transmission des surfaces limites ([2]); $x = \mathrm{X}e^{j\chi}$ le facteur interne de transmission à travers l'épaisseur.

Le facteur complexe du faisceau directement transmis est $bb'_1 x$; celui du faisceau sortant après réflexion sur les deux surfaces limites est $bb'_1 x^3 aa'$, ...; tous ces faisceaux interfèrent entre eux et le faisceau résultant est affecté du facteur complexe

$$\mathcal{G} = \mathrm{G}e^{j\gamma} = bb'_1 x(1 + aa'x^2 + \ldots) = \frac{bb'_1 x}{1 - aa'x^2}.$$

Sous l'action du champ magnétique le fer acquiert une biréfringence et un dichroïsme circulaires caractérisés respectivement ([3]) par la différence des indices de réfraction $\Delta n = n_g - n_d$ et par la différence des indices d'absorption $\Delta q = q_g - q_d$ relatifs aux circulaires de sens contraires (courant magnétisant à droite).

Cela posé, une vibration incidente rectiligne peut être décomposée ne

---

([1]) *Annales de Physique*, 10e série, **11**, 1929, p. 354-449.
([2]) *Loc. cit.*, p. 398.
([3]) *Loc. cit.*, p. 436 et suiv.

deux circulaires inverses, auxquels correspondent des facteurs $\mathcal{G}$ légèrement différents. La vibration émergente est elliptique : son axe a tourné par rapport à la vibration incidente de $\rho = 1/2\,\Delta\gamma$ et son ellipticité, traitée comme un infiniment petit, est $\varepsilon = -1/2\,\Delta G/G$. A cette approximation, ces quantités sont obtenues simultanément en formant

$$\frac{1}{2}\frac{\Delta\mathcal{G}}{\mathcal{G}} = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta G}{G} + j\,\Delta\gamma\right) = -\varepsilon + j\rho.$$

$\mathcal{G}$ comporte quatre facteurs :

1° Le facteur interne x, auquel correspondent la rotation et l'ellipticité dues à la simple traversée du fer aimanté et données par

$$\frac{1}{2}\frac{\Delta x}{x} = -\varepsilon_0 + j\rho_0 \quad \text{où} \quad \rho_0 = \frac{\pi}{\lambda_0}(\Delta n)\zeta \quad \text{et} \quad \varepsilon_0 = \frac{\pi}{\lambda_0}(\Delta q)\zeta;$$

2° Les facteurs b et b'_1, auxquels correspondent les effets superficiels aux limites air-métal et métal-verre,

$$\frac{1}{2}\frac{\Delta b}{b} = -\omega + j\tau \quad \text{et} \quad \frac{1}{2}\frac{\Delta b'_1}{b'_1} = -\omega'_1 + j\tau'_1;$$

3° Le facteur $\mathcal{L} = 1 - aa'x^2$ correspondant aux réflexions multiples dans le fer. Posant $1/2\,\Delta\mathcal{L}/\mathcal{L} = l_r + jl_j$, les effets résultants sont donnés par les formules

$$\rho = \rho_0 + (\tau + \tau'_1) - l_j, \qquad \varepsilon = \varepsilon_0 + (\omega + \omega'_1) + l_r.$$

Calcul des termes correctifs. — $1/2\,\Delta a/a = -\eta_0 + j\sigma_0$, $1/2\,\Delta a'/a' = -\eta'_0 + j\sigma'_0$ représentant les effets Kerr sur les surfaces limites du fer, on pose

$$\mathcal{L} = 1 - \mathcal{L}_1 = 1 - aa'x^2 = \mathrm{L}\,e^{j\lambda}, \qquad \mathcal{L}_1 = \mathrm{L}_1\,e^{j\lambda_1},$$
$$\eta_0 + \eta'_0 + 2\varepsilon_0 - j(\sigma_0 + \sigma'_0 + 2\rho_0) = \mathrm{N}\,e^{j\nu},$$

alors

$$l_r = \frac{\mathrm{L}_1}{\mathrm{L}}\mathrm{N}\cos(\lambda_1 - \lambda + \nu), \qquad l_j = \frac{\mathrm{L}_1}{\mathrm{L}}\mathrm{N}\sin(\lambda_1 - \lambda + \nu).$$

Les calculs numériques sont assez longs, mais ne présentent pas de difficultés spéciales.

Résultats. — Pour $\lambda = 546\,\mathrm{m}\mu$ et un champ de 10 kilogauss, j'adopte les paramètres suivants : $n = 2{,}4$, $q = 3{,}3$, $\Delta n = 0{,}062$, $\Delta q = 0{,}043$. Alors, en minutes sexagésimales,

$$\rho = 1{,}25\zeta - 3{,}6 - l_j, \qquad \varepsilon = 0{,}85\zeta + 22{,}3 + l_r,$$

où ζ est évalué en millimicrons.

Le tableau abrégé suivant donne, pour diverses valeurs de l'épaisseur ζ, la rotation, l'ellipticité, les corrections de réflexions intérieures et la *densité optique globale* D (y compris la lamelle de verre, d'indice $n' = 1,5$) :

ζ..........	0	5	10	15	20	30	40	70	100
ρ..........	0	2,7	7,1	12,3	17,9	30,6	44,1	82,6	119,0
ε..........	0	17,6	27,5	33,9	38,7	46,6	54,7	81,5	107,2
100 D......	3,5	31,2	53,2	72,0	89,0	120,6	151,6	248,5	347,4
l_r..........	−22,3	−8,9	−3,2	−1,1	−0,6	−1,1	−1,5	−0,3	+0,05
$-l_i$.......	+ 3,6	+0,1	−1,6	−2,6	−3,0	−2,6	−1,4	+0,3	+0,04

On remarquera avec quelle rapidité la courbe représentant la variation de ε en fonction de ζ, partant de l'origine, s'approche de son asymptote rectiligne. La courbe $\rho = f(\zeta)$ s'écarte notablement d'une ligne droite pour les faibles épaisseurs : le sens de la courbure est inverse de celui de la courbe $D = \varphi(\zeta)$.

Malgré les discordances individuelles signalées dans mon précédent Mémoire, les résultats expérimentaux sont en bon accord avec les résultats théoriques. Il est probable pourtant que les valeurs des paramètres devront être modifiées : de nouvelles expériences seront nécessaires.

PHOTOGRAPHIE. — *Effet photographique de la pression.* Note [1] de MM. **Ny Tsi-Ze** et **Chien Ling-Chao**, présentée par M. Ch. Fabry.

Franklin E. Poindexter [2] a récemment trouvé que l'application d'une pression sur une émulsion photographique pendant l'exposition empêche la formation de l'image latente d'une façon notable, et il a donné une courbe expérimentale des réductions relatives de densité optique en fonction de la pression.

Nous avons repris l'expérience avec un appareil analogue au sien. Le papier photographique ou la pellicule est placé au-dessus d'une lame de verre à faces parallèles avec le côté sensible vers le bas. Dans le cas d'une plaque photographique, le côté sensible est tourné vers le haut. Des poids suspendus à l'extrémité d'un levier pressent la face inférieure, bien dressée, d'un cylindre en acier de 5^{mm} de diamètre contre la pellicule ou le papier photographique. Une feuille mince de papier noir est interposée entre le

(1) Séance du 2 mai 1932.

(2) *Journal of the Optical Society of America*, **21**, 1931, p. 59.

cylindre et la préparation photographique. La source lumineuse, placée à 64^{cm} au-dessous de l'émulsion, envoie, à travers deux diaphragmes, un faisceau de lumière qui éclaire une surface circulaire de l'émulsion de 14^{mm} de diamètre, concentrique de celle sur laquelle la pression est exercée.

Tout d'abord, nous examinons si la réduction relative de densité, pour une pression donnée, ne dépend pas de la densité elle-même. Pour cela, nous faisons des poses de durées différentes, variant de 1 seconde à 8 minutes 32 secondes, sur un même cliché et pour une même pression. Le tableau suivant résume les résultats de mesures des densités au microphotomètre de Moll :

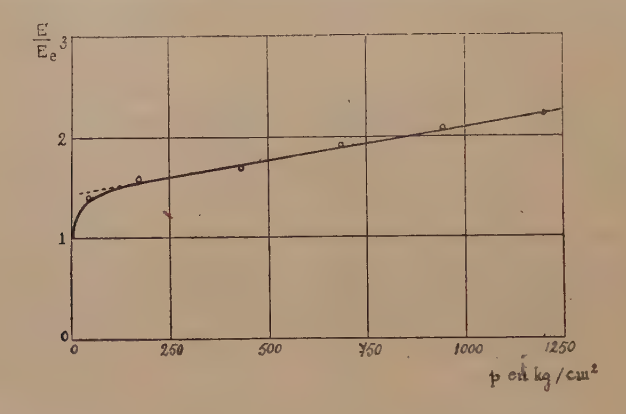
Temps de pose t.	Densité au bord d.	Densité au centre sous pression d'.	$d-d'$.	$\frac{d-d'}{d}$.
1 seconde	0,055	0,02	0,035	0,64
2 secondes	0,07	0,03	0,04	0,57
4 »	0,15	0,06	0,09	0,60
8 »	0,31	0,15	0,16	0,52
16 »	0,55	0,305	0,245	0,45
32 »	0,87	0,56	0,31	0,36
64 »	1,17	0,845	0,325	0,28
128 »	1,49	1,16	0,33	0,22
256 »	1,75	1,46	0,29	0,17
512 »	1,94	1,72	0,22	0,11

On voit que la réduction relative de densité a varié énormément pour une même pression, tandis que la réduction de densité $d - d'$ croît d'abord, reste constante, et puis décroît. Les trois étapes de cette variation correspondent justement à la sous-exposition, à l'exposition normale et à la surexposition. Si l'on trace les deux courbes en prenant comme abscisses les valeurs de $\log t$ et comme ordonnées celles de d et de d', on constate que l'une peut être déduite de l'autre par une simple translation, parallèle à l'axe des $\log t$. C'est donc cette translation, au lieu de la réduction relative de densité, qui doit caractériser l'effet photographique de la pression. On remarquera aussi que le facteur de contraste de l'émulsion n'est pas influencé, mais son inertie, au contraire, est augmentée par la pression.

Soient E l'éclairement qui produit une densité d quand l'émulsion est sous une pression p et $E_e (E_e < E)$ l'éclairement qui produirait la même densité si l'émulsion n'était soumise à aucune pression. On peut appeler E_e la valeur efficace de l'éclairement sous la pression p. La quantité $\log E/E_e$ ou le rapport E/E_e, comme l'expérience le montre, ne dépend que de la presion p.

Pour déterminer cette fonction, nous faisons pour une même pression, sur un même cliché, cinq poses d'exposition normale et de durée égale, en affaiblissant convenablement l'intensité de la source dans des rapports connus avec des filtres constitués par des plaques photographiques développées et fixées. La source est une lampe électrique de six volts peu poussée. Le temps de pose est d'une minute. La pression a varié de 86,5 à 1234 kg/cm².

Nous donnons ci-dessus la courbe expérimentale relative à la pellicule



antihalo orthochromatique Zeiss-Ikon. Elle est une ligne droite pour p supérieure à 200 kg/cm², et l'on a la relation

$$\frac{E}{E_e} = 1 + 0,00065\,p,$$

p étant en kilogrammes par centimètre carré.

L'effet photographique de la pression est plus grand pour la lumière verte que pour la bleu-violet. Nous avons fait des expériences avec la lumière de la même lampe à travers des filtres de Wallace et nous trouvons, pour la même pression de 469 kg/cm², les résultats suivants :

	Sans filtre.	Avec filtre n° 10 600-490 mμ.	Avec filtre n° 3 490-410 mμ.
$\frac{E}{E_e}$	1,70	2,32	1,50

L'expérience avec lumières monochromatiques de l'arc à mercure est en cours.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur le pouvoir de pénétration du rayonnement (neutrons) excité dans le glucinium par les rayons α.* Note de MM. **Jean Thibaud** et **F. Dupré la Tour**, présentée par M. M. de Broglie.

Bothe et Becker ont montré que le glucinium, bombardé par des rayons α, émettait une radiation extrêmement pénétrante, constituée d'après Chadwick par des neutrons (masse 1, charge 0). L'absorption de moitié de ce rayonnement correspondrait, d'après les dernières mesures [1], à $4^{cm},7$ de plomb, en accord avec la détermination de Bothe et Becker.

Nous avons étudié cette absorption dans des épaisseurs de matière atteignant plusieurs décimètres; le rayonnement pénétrant était émis par le glucinium sous l'action des rayons α de l'émanation; il était mesuré à l'aide d'une chambre d'ionisation reliée à un amplificateur, ce qui permet le dénombrement individuel des particules ionisantes [noyaux atomiques [2]] projetées par les neutrons. On détermine ainsi le coefficient d'absorption des seuls neutrons, indépendamment de l'effet des radiations moins pénétrantes (rayons γ) qui peuvent être émises simultanément par le glucinium.

Encore que les résultats que nous indiquons ci-dessous soient préliminaires et sujets à des corrections, principalement dans les valeurs numériques, le rayonnement (neutrons) de glucinium nous apparaît *beaucoup plus pénétrant* qu'il n'a été signalé jusqu'ici.

1. *Absorption dans le plomb.* — En premier lieu, il n'existe rien de comparable au *parcours* (trajectoire de longueur définie) des autres radiations corpusculaires (α ou β). Au delà d'un écran de 30^{cm} de plomb, il subsiste encore plus du dixième de la radiation incidente. L'ensemble des résultats relatifs à des épaisseurs croissantes d'absorbant est complexe : l'absorption est comparable à celle d'un rayonnement fortement hétérogène, dont chacun des constituants s'absorberait suivant une loi exponentielle. Une épaisseur de 10^{cm} de plomb réduit le rayonnement de 4 à 1 entre $2^{cm},5$ et $12^{cm},5$ d'absorbant, tandis que ces mêmes 10^{cm} absorbent à peine plus de la moitié des neutrons entre 12 et 22^{cm}. D'une manière plus précise, si nous considérons spécialement les neutrons qui donnent naissance à des particules ionisantes

---

(1) I. Curie, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 1412.

(2) I. Curie et F. Joliot, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 273. La paroi intérieure de notre chambre d'ionisation est garnie d'un disque de paraffine.

produisant 20000 paires d'ions dans notre chambre d'ionisation (de $5^{cm},5$ de longueur, ces particules sont probablement les noyaux d'hydrogène issus de la paraffine), la courbe d'absorption expérimentale (log. I_X en fonction de l'épaisseur X) est fortement convexe vers l'axe des X. Le coefficient d'absorption μ_X (supposé constant pour une épaisseur matérielle de 1^{cm}) décroît de $\mu'_x = 0,20$ à $\mu_x = 0,065$ environ lorsque l'épaisseur passe de 1^{cm} à une vingtaine de centimètres. L'absorption de moitié correspondante entre ces mêmes limites passerait de 3,5 à 11^{cm}. La forme convexe de la courbe laisse prévoir un affaiblissement encore notable du coefficient μ au delà de 30^{cm} de plomb, ce qui conduit à supposer que les neutrons peuvent traverser des écrans de plomb d'une cinquantaine de centimètres.

2. *Absorption comparée d'éléments divers.* — Nous avons examiné les éléments : Al, Si, S, Fe, Zn, Sn, Sb, Hg, Pb, ainsi que l'oxyde de zinc, et les nitrate et bromure de potassium après filtration préalable du rayonnement dans $4^{cm},4$ de plomb. On s'est astreint à comparer les absorptions d'écrans de ces substances contenant le même nombre d'atomes. Pour chacune, l'absorption s'écarte plus ou moins de la loi exponentielle simple, indiquant généralement une filtration progressive comme pour le plomb. Ainsi dans le cas du mercure, entre 0 et 15^{cm}, on peut définir le coefficient moyen $\mu = 0,08$ (absorption de moitié calculée : $D_{1/2} = 8^{cm},6$) avec variation probable entre ces limites d'épaisseur de $\mu = 0,22$ à $\mu = 0,04$ (cd. $D_{1/2}$ passant de 3 à 17^{cm}). Voici, approximativement, les épaisseurs de matière qui, placées devant une source de neutrons filtrés par $4^{cm},4$ de plomb, réduisent la radiation de moitié : Al = 5,5; Si = 8; S = 10; Fe = 6 à 9; Hg = 6; Pb = $5^{cm},5$. Il est intéressant de comparer les absorptions relatives de ces éléments en fonction du nombre d'atomes absorbants (courbes log. I_x/I_0 en fonction de $x\rho/A$). Les points expérimentaux se situent plus ou moins loin de la courbe type relative au plomb, indiquant une absorption atomique un peu plus faible pour les éléments légers (Si, S, et particulièrement Fe) mais dans l'ensemble, tous dans les mêmes régions du plan. Le phénomène d'absorption des neutrons par les noyaux atomiques apparaît *très général*.

3. On peut admettre que l'absorption des neutrons par la matière provient de la perte d'énergie, le long de leur parcours, par collision : 1° avec les électrons; 2° avec les noyaux atomiques. Les chocs du premier type sont les plus fréquents, mais ne correspondent, eu égard à la faible masse de l'électron, qu'à une perte d'énergie minime. Les chocs nucléaires, plus rares, sont par contre capables, s'ils ont lieu de plein fouet, d'absorber d'un coup la totalité de l'énergie du neutron (projection atomique) ou, au moins,

de diffuser les neutrons et de les renvoyer vers l'arrière. Remarquons que le neutron, dépourvu de charge, peut, à la différence des corpuscules chargés, s'approcher très près de la surface nucléaire. Soit r la distance au centre nucléaire, assez petite pour qu'il y ait choc direct, et absorption du neutron. Dans un écran d'épaisseur x cm contenant n atomes par unité de volume ($n = \rho N/A$; ρ, A, densité et poids atomique de la substance, N nombre d'Avogadro) la probabilité pour que le neutron passe à cette distance r est $p = \pi r^2 nx$. Dans le cas du plomb, où l'on observe, au delà de $x = 30^{cm}$, une intensité de radiation encore notable, cela conduit à déterminer une distance r de choc direct de l'ordre de 5×10^{-13} cm, valeur comparable à celle des rayons nucléaires. Pour un rayonnement préalablement fortement filtré, il n'y aurait absorption du neutron que dans les chocs extrêmement intimes avec les noyaux, et ceci expliquerait les pouvoirs de pénétration considérables que nous signalions dans les fortes épaisseurs d'absorbant. Par contre, l'absorption comparativement plus intense qui a lieu dans les premiers centimètres de matière serait due à la filtration d'une partie beaucoup plus absorbable du rayonnement hétérogène (neutrons lents). On peut concevoir, par exemple, que ces neutrons lents subissent une diffusion latérale, sur les premières couches de matière, beaucoup plus intense que les corpuscules rapides.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de la décomposition des nitrocelluloses.* Note de M. **Desmaroux**, présentée par M. G. Urbain.

On peut considérer comme établis les points suivants :

1° Lorsqu'on chauffe du coton-poudre en fibres dans un courant de gaz CO^2 qui élimine exactement les produits de décomposition et empêche les réactions secondaires de s'établir, on constate que la quantité d'azote dégagé dans un temps donné est proportionnelle à la quantité de coton-poudre non encore décomposé, c'est-à-dire que le dégagement d'azote se représente par une fonction de la forme : $x = a\,(1 - e^{-\lambda t})$ identique à celle de la transformation d'un corps radioactif ([1]). Il suit de là que le coton-poudre passe sans état transitoire de son état initial à son état final.

2° La poudre au coton-poudre, chauffée à 75°, perd du poids avec une

(1) Will, *Untersuchungen über die Stabilität von Nitrocellulose* (*Neubabelsberg*, 1901).

vitesse mesurable. Or, si l'on prend soin d'éliminer ces réactions secondaires des produits de décomposition (par l'addition de 2 pour 100 de nitrosodiphénylamine par exemple) et si l'on dose l'azote du coton-poudre après l'avoir soigneusement épuisé au chloroforme pour éliminer le stabilisant et probablement d'autres produits goudronneux de décomposition, on observe ([1]) que le taux d'azote du coton-poudre lavé ne s'abaisse que dans une mesure insignifiante, même après une année de chauffage à 75°.

3° Si l'on recueille les gaz dégagés par la poudre chauffée on constate une proportion considérable de gaz carbonés : 60 pour 100 de CO^2 environ et 10 pour 100 de CO ([2]). Il y a donc forte combustion du squelette carboné de la nitrocellulose avec réduction concomitante des radicaux nitrés.

4° Lorsqu'on chauffe des nitrocelluloses en fibres ou sous forme de brins de poudres, de pellicules, etc., on constate un abaissement très rapide de la viscosité. Il est même possible de baser sur cette observation une méthode de mesure de la stabilité (Duclaux). Il n'est pas douteux que cette baisse de viscosité ne suive une coupure de la chaîne de résidus de glucose qui forme la structure de la cellulose. Cette baisse de viscosité est en effet concomitante, dans les diagrammes de diffraction des rayons de Röntgen, d'une diminution de netteté des anneaux correspondant aux périodicités le long de l'axe de fibre.

5° La fixation du cuivre ammoniacal sur la cellulose ([3]) et la fixation des gélatinisants, comme le camphre ou la centralite ([4]) sur la nitrocellulose montrent que chaque anneau résiduel de glucose fonctionne comme s'il était seul, c'est-à-dire indépendamment de l'état plus ou moins saturé des anneaux voisins.

L'ensemble de toutes ces observations concorde pour indiquer que le phénomème principal dans la décomposition par la chaleur des nitrocelluloses, au moins dans le premier stade ([5]) consiste en une destruction par

---

([1]) Marqueyrol, *Étude de divers stabilisants* (*Mémorial des Poudres*, 23, 1928, p. 158).

([2]) D'après des expériences non publiées, voir également Desmaroux, *Émission gazeuse des poudres à la nitrocellulose chauffées* (*Mémorial des Poudres*, 22, 1926, p. 245).

([3]) Hess et ses collaborateurs, nombreux Mémoires.

([4]) Desmaroux, *Mémorial des Poudres*, 20, 1923, p. 70; 23, 1928, p. 54.

([5]) La vitesse des dégagements gazeux passe par un maximum. Après le maximum, on observe un changement de la composition des gaz. Marqueyrol a observé une forte dénitration (après saturation du stabilisant) qui doit être un phénomène analogue.

combustion partielle (par l'oxygène des radicaux nitrés) d'un des anneaux de résidu de glucose, d'où suit une coupure de la chaîne. Les autres anneaux ne doivent être tout d'abord que très peu modifiés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Perméabilité sélective et polarisation des membranes.* Note de M[lle] **Choucroun**, présentée par M. Jean Perrin.

La différence de potentiel par contact entre deux solutions inégalement concentrées d'un même électrolyte peut changer quand le contact se produit au travers des interstices d'une membrane (telle que vessie de porc) ou d'un diaphragme poreux. Cette variation mesure la polarisation de la membrane [1].

J'ai montré que cette polarisation, déterminée par la charge des parois de la membrane, est d'autant plus forte que le calibre des pores est plus petit [2].

I. En l'absence de membrane, le champ est dû à ce que les ions les plus mobiles prennent l'avance. En cloisonnant par des diaphragmes à parois positives (gelées acides) ou à parois négatives (gelées alcalines), j'ai pu mettre en évidence, respectivement, un *retard dans la progression* des ions H^+ ou OH^-, qui, malgré leur extrême mobilité, se laissent même parfois devancer par les ions Cl^- ou K^+, le voltage du couple liquide se trouvant alors inversé.

Dans le cas du chlorure de potassium, où les mobilités des deux ions sont égales et la force électromotrice du couple liquide nulle, l'introduction du diaphragme faisait apparaître une différence de potentiel expliquée par le retard de la progression des ions K^+ dans la gelée positive ou des ions Cl^- dans la gelée négative [3].

Précisant les conditions de cette perméabilité sélective, j'ai observé que la force électromotrice d'un couple liquide ne variait pas toujours par l'interposition d'une membrane chargée et j'ai pu établir que la polarisation de la membrane chargée ne se produisait que lorsque la charge de la paroi était la même que celle de l'ion le plus mobile [4].

---

(1) Pierre Girard, *Journal de Chimie physique*, 17, 1920, p. 383.
(2) M[lle] Choucroun, *Journal de Chimie physique*, 20, 1923, p. 430.
(3) M[lle] Choucroun, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 502.
(4) M[lle] Choucroun, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1548.

Ceci pouvait se comprendre si l'on pense que le diaphragme, grâce à la charge des parois de ses pores, gêne la progression de celui des deux ions de l'électrolyte qui a le même signe que cette charge. Il en résulte un abaissement de différence de potentiel quand c'est le plus rapide des deux ions qui a le signe de la charge de la paroi du diaphragme.

Dans le cas contraire, la différence de potentiel ne varie pas, mais la diffusion du sel dans son ensemble est retardée, comme je l'ai montré pour les ions ferrocyanure et néodyme diffusant respectivement au travers de gelées négatives et positives [1] (et ceci grâce au frottement exercé par les charges de la paroi contre l'ion le moins mobile, de même signe qu'elle).

II. Ces résultats auraient pu être prévus (Francis Perrin). Si l'on admet en effet qu'une paroi chargée modifie la mobilité des ions de même signe et ne change pas celle des ions de signe opposé, et si l'on se rapporte aux équations classiques de Nernst, on trouve que le coefficient de diffusion varie beaucoup seulement dans le cas où la membrane chargée ralentit la mobilité de l'ion le moins mobile, et que le voltage varie beaucoup seulement quand la membrane chargée ralentit la mobilité de l'ion le moins mobile.

Cet argument rendait vraisemblables pour tous les sels et tous les ions les résultats trouvés avec les diaphragmes de gélatine.

III. On m'avait objecté que les faits observés pouvaient tenir aux propriétés spécifiques de la gélatine et en particulier aux propriétés amphotères de ce corps.

J'ai donc étudié diverses parois de nature profondément différente : l'*agar-agar*, le *chlorure de chrome*, l'*alumine calcinée* et le *graphite*, ces parois ayant en commun avec la gélatine la propriété de donner des diaphragmes à parois chargées positivement en milieu acide ou négativement en milieu alcalin, comme on peut s'en assurer par des mesures d'*osmose électrique* (Jean Perrin, *Journal de Chimie physique*, **2**, x, 1904-1905, et **3**, I) au travers de tels diaphragmes. Il fallait, comme pour l'osmose électrique, avoir des parois qui fussent « propres » ce qui implique un nettoyage très rigoureux (par exemple, j'ai dû laver du graphite, dit pur, une trentaine de fois avec de l'acide nitrique et de l'eau distillée avant d'obtenir une paroi dépourvue d'impuretés). Dans ces conditions les parois obtenues, neutres en milieu neutre, étaient nettement positives en milieu acide (N/1000) et nettement négatives en milieu alcalin (N/1000). On constituait alors des diaphragmes avec ces poudres chargées en les tassant

---

(1) Mlle Choucroun, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 296.

par centrifugation au fond d'un tube en U. Dans chaque expérience on substituait au siphon libre qui permet la mesure du voltage du couple liquide non cloisonné l'un des diaphragmes chargés. Il fallait naturellement autant de membranes d'une même sorte qu'il y avait de sels à étudier.

Dans ces conditions, j'ai retrouvé avec ces diaphragmes variés les mêmes résultats qu'avec la gélatine. Il semble bien alors que l'on puisse énoncer la règle générale suivante :

Si deux solutions inégalement concentrées d'un même électrolyte sont mises au contact au travers d'une membrane (diaphragme poreux) cette membrane se polarise seulement quand la charge de la paroi des pores et celle de l'ion le plus mobile de l'électrolyte sont de même signe.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation de lanthane métallique exempt de fer et de silicium.* Note de M. **Félix Trombe**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons réalisé, M. Billy et moi, sous la direction de M. Urbain, la préparation du cérium métallique pur [1], même à partir d'une petite quantité (2^g) de son chlorure fondu; la méthode employée dans ces recherches a permis aussi de réaliser la préparation du lanthane métallique exempt de fer et de silicium.

Généralement le lanthane à l'état compact est obtenu par l'électrolyse de son chlorure ou de son fluorure fondus, additionnés ou non de chlorures alcalins ou alcalino-terreux.

Hildebrand et Norton [2] ont obtenu les premiers du lanthane métallique compact dans un creuset d'argile en utilisant une cathode en fer et une anode en platine.

Muthmann, Hofer et Weiss [3] électrolysèrent le chlorure fondu en creuset de carbone ou de fer et également en creuset de sels solidifiés; le courant utilisé était de 56 ampères, la tension de 25 volts. Muthmann et Weiss [4] utilisent moins d'énergie électrique; ils refondent le métal obtenu, pour le purifier dans un creuset de magnésie. Muthmann et Scheide-

(1) Maurice Billy et Félix Trombe, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 421.

(2) Hildebrand et Norton, *Ann. Phys. Chem. Poggendorf*, 156, 1875, p. 466.

(3) Muthmann, Hofer et Weiss, *Liebigs Ann.*, 325, 1902, p. 262.

(4) Muthmann et Weiss, *Liebigs Ann.*, 331, 1904, p. 146.

mantel (1) ont fait l'électrolyse de l'oxyde de lanthane dissous en petite quantité dans le fluorure fondu. Schumaker et Harris (2) électrolysent le chlorure fondu en creuset de carbone.

Kremers et Stevens (3) utilisent aussi le chlorure fondu dilué par 10 pour 100 de chlorure de sodium pour la préparation du lanthane. D'après ces auteurs, les cathodes employées sont successivement en fer, en tungstène et en carbone. Ils donnent des constantes physiques du métal purifié : point de fusion : 826°; densité : 6,1598; dureté Brinell, 500^{kg} : 37.

Le chlorure anhydre employé pour nos essais d'électrolyse a été préparé à partir d'un nitrate double de lanthane et d'ammonium pur, obtenu par M. Takvorian.

La composition du bain d'électrolyse est constante pour tous les essais et comporte : 60 pour 100 de chlorure anhydre de lanthane, 35 pour 100 de chlorure de potassium et 5 pour 100 de fluorure de calcium précipité.

Le dispositif d'électrolyse est constitué par un creuset de carbone servant d'anode; contenant dans sa partie inférieure un creuset de quartz ou de fluorine (4) (*b*) destiné à recueillir le métal déposé sur la cathode et à l'empêcher d'entrer en contact avec le tube de carbone; au centre du creuset (*b*) descend une cathode tournante, en molybdène, protégée dans sa partie supérieure par un tube de quartz ou de fluorine; la cathode tourne (au moins) à raison de un tour par seconde; cette rotation est indispensable pour assurer l'homogénéité du bain et l'agglomération du métal.

La température qui doit être maintenue entre 960 et 980° est contrôlée par un couple thermo-électrique placé dans la partie inférieure du creuset de carbone (anode).

Le courant employé est environ de 12 ampères pour 25^g de chlorure de lanthane mis en œuvre : la tension moyenne d'électrolyse est de 7 volts. La densité cathodique est voisine de 4 ampères par centimètre carré.

Le métal obtenu représente 65 pour 100 du poids du métal contenu dans le bain.

Cette électrolyse a pu encore être réalisée avec le rendement indiqué en employant un poids de chlorure de lanthane ne dépassant pas $2^g,5$; le poids de métal obtenu était alors $0^g,9$.

---

(1) Muthmann et Scheidemantel, *Liebigs Ann.*, 355, 1907, p. 116.
(2) Schumaker et Harris, *Am. chem. Soc.*, 48, 1926, p. 3108.
(3) Kremers et Stevens, *Am. chem. Soc.*, 45, 1923, p. 614.
(4) Damiens, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1235.

L'examen spectrographique du métal fait par M. Pied a permis de constater l'absence de calcium et d'aluminium et la présence de silicium.

Dans le métal préparé en creuset de quartz, la teneur en silicium varie de 0,9 à 0,3 pour 100 de Si. Dans le métal préparé en porcelaine de fluorine la teneur en silicium est inférieure à 0,05 pour 100, et la teneur en fer varie suivant les traitements préliminaires du creuset de carbone de 0,1 pour 100 à 0,006 pour 100.

Sur les échantillons les plus purs obtenus nous avons pris les constantes suivantes :

Point de fusion..	$885 \pm 5^{\circ}$
Dureté Brinell (bille de 5^{mm}, 250^{kg})....................	36
Densité dans le tétrachlorure de carbone..............	6,139

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de l'action de dédoublement des éthers-sels en présence d'alcool en milieu faiblement alcalin.* Note (¹) de M. E.-M. **Bellet**.

Nous avons montré (*Comptes rendus*, 193, p. 1020) que l'action de dédoublement qui se produit quand un éther-sel se trouve en présence d'alcool à poids moléculaire plus faible en milieu faiblement alcalin est d'autant plus grande que la différence des poids moléculaires entre l'alcool de l'éther et l'alcool libre est plus grande.

Mais le mécanisme de ces réactions était assez incertain. Certains auteurs, en particulier Kremann (*Mon. f. Ch.*, 26, p. 783), attribuent cette réaction à une action catalytique, mais sans en expliquer le mécanisme. Haller, étudiant des réactions semblables en milieu acide (*Comptes rendus*, 1906, p. 859), y voyait également une action catalytique.

Or, reprenant le problème par une étude très précise des différents rendements en fonction du temps et de la quantité d'alcali mis en jeu, nous avons pu constater qu'il ne s'agit pas d'un phénomène catalytique à proprement parler et qu'en milieu alcalin tout au moins, cette réaction comprend deux phases très distinctes.

Tous les essais ont porté sur 1/10ᵉ de molécules d'acétate de benzyle en présence de 50^{cm^3} d'alcool et de quantité d'alcali de l'ordre de 1, 2, 3 pour 100 de la quantité nécessaire à une saponification totale.

(¹) Séance du 18 avril 1932.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Durée de chauffage.	Essai à 1 pour 100.	Essai à 2 pour 100.	Essai à 3 pour 100.
1 heure	12,1	20,5	32,4
2 heures	22,0	38,0	62,1
3 »	23,0	38,2	62,4
6 »	24,1	39,0	63,2
12 »	26,4	42,0	66,1
24 »	31,2	47,5	72,2

Ces résultats portés sur un même graphique montrent, dans chaque cas, l'existence de deux phases différentes : l'une très rapide terminée sensiblement au bout de 2 heures, l'autre beaucoup plus lente et à peu près semblable dans tous les cas.

Interprétation de la première phase. — En suivant les variations du pH dans ces différentes solutions en cours de transformation nous avons constaté que ce dernier varie sensiblement dans le même sens que le rendement durant cette première phase.

Nous avons en effet trouvé les variations suivantes mesurées par méthode électrométrique :

Pour 1 pour 100 d'alcali	au bout de	30 minutes	$pH > 10$
»	»	1 heure	$pH = 9$
»	»	1 heure 30	$pH = 8$
»	»	2 heures	$pH = 7,1$

L'alcalinité disparaît donc en même temps que cesse la phase rapide de réaction.

Il est donc logique d'admettre que c'est précisément la disparition de l'alcalinité dans le milieu qui arrête cette phase rapide.

Interprétation de la deuxième phase. — Cette seconde phase semble identique dans les trois cas considérés. Les trois courbes représentatives se trouvent simplement décalées les unes par rapport aux autres selon la proportion d'alcali mis en jeu. Et nous avons vérifié qu'en milieu neutre, sans alcalinité initiale, la réaction se produit encore avec la même allure lente constatée dans chacune des secondes phases précédentes.

C'est ainsi que sans alcali nous avons trouvé :

Au bout de	6 heures de chauffe	2,4	pour 100 d'acétate d'éthyle
»	12 »	3,8	»
»	24 »	7.7	»

Tous ces résultats nous ont amené à émettre l'interprétatiou suivante :

La réaction se ferait par l'intermédiaire de la double liaison du complexe C = o de la fonction éther-sel.

Cette double liaison, stable en milieu neutre, deviendrait mobile en milieu alcalin et acide. Elle fixerait alors très facilement une molécule d'alcool selon le schéma suivant :

1° Phase additive :

$$\begin{array}{l} CH^3\text{—}C\text{—}O\text{—}C^6H^5 \\ \quad\quad\;\; |\;\diagdown O\text{—}C^2H^5 \\ \quad\quad\;\; O\cdots H \end{array}$$

Puis le radical alcool le plus lourd s'éliminerait avec formation, dans ce cas particulier, d'acétate d'éthyle et d'alcool benzylique selon le schéma suivant :

2° Phase d'élimination :

$$\begin{array}{l} CH^3\text{—}C\text{—}O\text{—}C^6H^5 \\ \quad\quad\;\; |\;\diagdown O\text{—}C^6H^5 \\ \quad\quad\;\; O\text{—}H \end{array}$$

Mais l'alcali, agissant également pour son propre compte comme saponifiant, disparaît assez vite. A ce moment, l'aptitude additive de la double liaison disparaît presque entièrement; la même réaction se produit encore mais beaucoup plus lentement.

Cette dernière phase n'est pas observée dans les réactions d'Haller en milieu acide, car, ici le milieu restant acide, rien ne vient freiner la réaction.

Enfin, si nous admettons cette hypothèse, il serait logique, en raisonnant par analogie, de donner une interprétation nouvelle du phénomène de saponification ordinaire, généralement considéré comme s'effectuant en une phase selon le schéma

$$\underset{\underset{O}{\|}}{R\text{—}C}\text{—}O\text{—}R' + H\text{—}O\text{—}K = \underset{\underset{O}{\|}}{R\text{—}C}\text{—}O\text{—}K + R'\text{—}OH.$$

et l'on devrait l'interpréter comme se faisant en deux phases :

Dans une première phase, purement additive, il y aurait fixation de la molécule d'alcali sur la double liaison du complexe C=O,

$$\begin{array}{l} R\text{—}C\text{—}O\text{—}R' \\ \quad\;\; |\;\diagdown O\text{—}H \\ \quad\;\; O\cdots K \end{array}$$

Puis, dans une deuxième phase, élimination de l'alcool R'—OH,

```
R—C—O—R'
  | \O—H
  O—K
```

On arrive évidemment au même résultat sauf que, d'après notre hypothèse, ce ne serait plus, après saponification, le même atome d'oxygène qui serait doublement lié à l'atome de carbone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons des bases arsoniums.* Note (1) de M. **L. Capatos**, présentée par M. G. Urbain.

Parmi les polyhalogénures des bases arsoniums on connaît seulement les triodures, les pentaiodures et les ennéaiodures. A notre connaissance le dichloroiodure et le dibromure de tétraméthylarsonium n'ont pas encore été préparés.

Dichloroiodure de tétraméthylarsonium $(CH^3)^4AsICl^2$. — En traitant une solution d'iodure de tétraméthylarsonium dans l'alcool méthylique par un courant de chlore, il se sépare d'abord de l'iode; un excès de chlore le dissout et la solution évaporée abandonne des paillettes jaunes, solubles dans l'alcool méthylique et éthylique et l'acide acétique, peu solubles dans l'eau. Point de fusion : 121-122°

$(CH^3)^4AsICl^2$	Trouvé.	Calculé.
Cl pour 100	21,25	21,31

Dibromoiodure de tétraméthylarsonium $(CH^3)^4AsIBr^2$. — Soumis à l'action des vapeurs de brome, l'iodure de tétraméthylarsonium se transforme en un liquide rouge qui cristallise en longues aiguilles. En recristallisant dans l'alcool méthylique on obtient des prismes orangés, insolubles dans le tétrachlorure de carbone et l'eau, solubles dans l'alcool méthylique et l'acide acétique. Exposée à l'air cette combinaison perd du brome. Point de fusion : 126°-127°.

$(CH^3)^4AsIBr^2$	Trouvé.	Calculé.
Br pour 100	38,10	37,48

(1) Séance du 22 février 1932.

Pour analyser les polyhalogénures, on les dissout dans l'alcool méthylique, on ajoute un excès d'une solution d'iodure de potassium. L'halogène oxydant libère quantitativement l'iode, qui est titré par l'hyposulfite.

Iodure de diméthyldiéthylarsonium $(CH^3)^2(C^2H^5)^2AsI$. — L'iodure de diméthyldiéthylarsonium a été préparé par Cahours (1) en faisant agir l'iodure d'éthyle sur le cacodyle. On l'a préparé en appliquant la méthode de M. V. Auger (2) à la préparation de cet iodure et par la réaction suivante :

$$(CH^3)^2AsO^2H + 2IC^2H^5 + PO^2H^3 = (CH^3)^2(C^2H^5)^2AsI + 2PO^3H^3 + HI.$$

On a employé le cacodylate de sodium, et l'iodure d'arsonium est précipité par la soude caustique solide et recristallisé dans l'alcool méthylique en paillettes blanches prismatiques.

Iodure de diméthyldiéthylarsonium et iodure de mercure :

$$(CH^3)^2(C^2H^5)^2AsI.HgI^2.$$

A une solution de HgI^2 dans l'iodure de potassium acidulée par l'HCl on ajoute l'iodure d'arsonium. Le précipité est recristallisé dans l'alcool bouillant. On obtient le même produit en mélangeant les solutions alcooliques de l'iodure d'arsonium et de l'iodure de mercure. On a des paillettes légèrement jaunes très réfringentes. Point de fusion : 253°-254°.

$(CH^3)^2(C^2H^5)^2AsI.HgI^2$	Trouvé.	Calculé.
I pour 100	51,40	51,10
Hg »	26,70	26,90

Iodure de diméthyldiéthylarsonium et iodure de cadmium :

$$(CH^3)^2(C^2H^5)^2AsI.CdI^2.$$

On mélange les solutions alcooliques d'iodure d'arsonium et d'iodure de cadmium, on obtient un précipité blanc qui recristallise en aiguilles dans l'alcool bouillant :

$(CH^3)^2(C^2H^5)^2AsI.CdI^2$	Trouvé.	Calculé.
I pour 100	57,75	58,0

(1) Cahours, Riche, *Liebig's Ann.*, **92**, 1854, p. 362; **122**, 1862, p. 209.
(2) V. Auger, *Comptes rendus*, **142**, 1906, p. 1153.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation du sulfure de diphénylène.* Note (1) de MM. **Ch. Courtot, M. Chaix** et **L. Nicolas**, présentée par M. Delépine.

La curieuse déshydratation de la diphénylsulfinone en sulfure de diphénylène, sous l'action de l'amidure de sodium, due à Schönberg (2) nous a permis de préparer plusieurs kilogrammes de sulfure de diphénylène et d'apporter une contribution à la chimie de cet intéressant produit (3).

Mais les rendements, dans cette opération, sont loin d'être quantitatifs et si le mécanisme de cette déshydratation nous échappe encore, du moins avons-nous voulu chercher les produits secondaires qui se forment.

Schönberg effectue la déshydratation de la diphénylsulfinone en milieu toluénique bouillant. Le rendement n'atteint que 25 pour 100 en produit brut. Dans une série de préparations, dont le détail sera donné dans un autre Recueil, nous avons étudié les solvants organiques suivants : benzène, toluène, xylènes. Nous sommes arrivés à un rendement sensiblement constant de 30-32 pour 100 *en produit pur.*

Voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêtés : dans un ballon à trois tubulures, pourvu au centre d'un agitateur mécanique, on place 404^{g} de diphénylsulfinone et 1400^{cm^3} de benzène. Une tubulure porte un réfrigérant ascendant, la seconde un thermomètre à zéro relevé, la troisième enfin est munie d'un simple bouchon de liège et permet d'introduire dans le mélange bouillant (réactifs et appareils rigoureusement secs), 200^{g} d'amidure de sodium par portions de 40^{g}, à une demi-heure d'intervalle. Après la dernière addition, on continue à chauffer 8 heures à l'ébullition. On essore à chaud le produit de la réaction, lave le résidu solide (R) au benzène bouillant, sur essoreuse, très soigneusement, jusqu'à ce que le filtrat passe incolore. Du liquide filtré, nous éliminons le benzène par distillation et obtenons une huile noirâtre qui se prend en masse au refroidissement.

Ce produit brut est soumis à une distillation sous vide de 12^{mm} environ. Il passe d'abord quelques gouttes de benzène, puis entre 80 et 85° une huile

---

(1) Séance du 2 mai 1932.

(2) *D. ch. Ges.*, 56, 1923, p. 2275, et *Chemisches Zentralblatt*, 1926, 1, p. 2840; D. R. P. 426.476.

(3) Courtot et Pomonis, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 893 et 931; Courtot, L. Nicolas et Tchang Han Liang, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1624; Courtot et M. Chaix, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1667.

caractérisée comme *aniline* par la transformation en acétanilide et par la formation de colorants. Ensuite, le thermomètre monte assez rapidement et régulièrement. Nous recueillons ce qui passe jusqu'à 220-225°. Il reste à ce moment, dans le rectificateur, une huile sulfurée, très noire, qui se décompose si l'on tente de pousser la distillation. La portion recueillie de 90° à 225° cristallise dans le ballon récepteur, les cristaux étant cependant jaunâtres, légèrement gras. On dissout le tout dans l'acool bouillant. Par refroidissement, on obtient une masse cristalline, blanchâtre, qui est essorée. Les cristaux sur essoreuse sont constitués par du sulfure de diphénylène légèrement souillé de diphénylsulfinone. Il suffit de laver à l'alcool froid pour éliminer la diphénylsulfinone et obtenir le sulfure de diphénylène $f = 97°$, tel qu'il est décrit dans la littérature. On en obtient ainsi 123^g, soit un rendement de 31,5 pour 100. De nombreuses cristallisations dans l'alcool chaud nous ont permis d'atteindre un point de fusion de 99°,5 (corr.). Le sulfure de diphénylène se présente alors en magnifiques petites aiguilles d'un blanc éclatant, L'alcool ayant servi à la cristallisation et aux lavages est chassé par distillation. Il reste un produit huileux constitué par de la diphénylsulfinone et du sulfure de phényle. On le sépare par cristallisations, puis distillations fractionnées.

En résumé, de la solution benzénique, on isole 123^g de sulfure de diphénylène, 34^g de sulfure de phényle, de l'aniline et l'on récupère 116^g de diphénylsulfinone.

Il reste sur le plateau de l'essoreuse, après les lavages au benzène, une masse noirâtre (R) constituée par de l'amidure de sodium inattaqué, de la soude, et différents produits organiques insolubles dans le benzène et dont plusieurs sont à l'état de dérivés sodés. On projette ce résidu, par toutes petites portions sur de la glace; l'hydrolyse est très vive au début, mais sa violence s'atténue par suite de l'augmentation de concentration en soude. L'hydrolyse est très calme en versant le résidu R sur du sulfate de sodium à 10 H^2O. La solution alcaline est très colorée en brun foncé et laisse flotter quelques résines noires. Soumise à des traitements appropriés, elle permet d'isoler du disulfure de phényle (fus. à 61°) 14^g, de l'acide benzènesulfinique (fus. à 83°) 26^g, une nouvelle portion d'aniline et des résines noires sulfurées dont nous n'avons pas, jusqu'ici, poursuivi l'étude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du parabromanisylmagnésium sur la diméthylphénylacétamide*. Note (¹) de Mme **Bruzau**, présentée par M. M. Delépine.

Béis (²) a indiqué que, lorsqu'on fait agir plus de deux molécules de composés organo-magnésiens mixtes sur une molécule d'amide, on obtient une cétone dont il explique la formation par les schémas suivants :

$$\text{(I)} \qquad R-CO-NH^2 + 2\,Mg{<}^{R'}_{X} = {}^{R}_{R'}{>}C{<}^{OMgX}_{NHMgX} + R'H,$$

$$\text{(II)} \qquad {}^{R}_{R'}{>}C{<}^{OMgX}_{NHMgX} + 2H^2O = {}^{R}_{R'}{>}C{<}^{OH}_{NH^2} + (HO)^2Mg + X^2Mg,$$

$$\text{(III)} \qquad {}^{R}_{R'}{>}C{<}^{OH}_{NH^2} = R-CO-R' + NH^3.$$

Mlle Lévy et M. Jullien (³) ont appliqué avec succès cette méthode à un certain nombre d'amides α disubstituées et ont signalé dans quelques cas une formation accessoire de nitrile aux dépens d'une partie de l'amide. Cette dernière réaction devient prépondérante lorsqu'on s'adresse aux amides α trisubstituées. Mme Ramart-Lucas et ses collaborateurs (⁴) ont étudié l'action de C^6H^5MgBr et de C^2H^5MgBr sur ces composés. Ils ont montré que si les trialcoylacétamides donnent de la cétone et du nitrile en quantités variables avec les poids moléculaires des radicaux et la nature du magnésien, les phényldialcoyl et diphénylalcoylacétamides ne permettent d'isoler que du nitrile. Nous pensions que, comme ses homologues supérieurs, la diméthylphénylacétamide ne donnerait aussi que le nitrile; ayant fait réagir le *p*-bromanisylmagnésium sur de la monométhylphénylacétamide souillée d'un peu de dérivé diméthylé lequel ne devait pas gêner, nous espérions n'obtenir que la cétone

$$C^6H^5.CH(CH^3).CO.C^6H^4OCH^3.$$

Or nous avons constaté parmi les produits de la réaction la présence d'une certaine quantité de cétone α trisubstituée. De plus, lors de la reprise par

(¹) Séance du 2 mai 1932.

(²) Béis, *Comptes rendus*, 137, 1903, p. 575.

(³) Mlle J. Lévy et M. P. Jullien, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 45, 1929, p. 941.

(⁴) Mme Ramart-Lucas, Mlle Laclotre, M. Anagnostopoulos, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 282.

l'eau acide du complexe magnésien, nous avons observé l'apparition d'une couche visqueuse ayant tous les caractères d'un sel de cétimine. Pour vérifier ces deux faits nous avons étudié l'action de $CH^3OC^6H^4MgBr$ sur de la diméthylphénylacétamide pure. Nous avons pu isoler le bromhydrate de cétimine qui, hydrolysé, nous a donné la cétone α trisubstituée.

Le *p*-bromanisylmagnésium étant préparé au sein de l'éther anhydre, l'amide finement pulvérisée est introduite peu à peu; la réaction est vive. On ajoute du xylène anhydre et l'on distille l'éther. On chauffe 7 heures au bain d'huile. Le produit de la réaction versé sur un mélange de glace et de NH^4Cl est épuisé plusieurs fois rapidement avec de l'éther. Les solutions éthérées sont séchées et soumises à un courant de gaz bromhydrique sec; elles laissent peu à peu déposer des cristaux insolubles dans l'éther, solubles dans l'alcool absolu et dans le chloroforme.

Purifiés par dissolutions dans le chloroforme suivies de précipitations par l'éther anhydre ils fondent à 205-206°. Un dosage de brome permet de leur attribuer la formule $C^6H^5.C(CH^3)^2.C.(C^6H^4OCH^3):NH, HBr$. Hydrolysés par chauffage avec de l'acide chlorhydrique au 1/5e ils donnent des cristaux de cétone fondant, après purification, à 100-101°. Le point de fusion du mélange avec les cristaux de la *p*-anisyl-1-phényl-2-méthyl-2-propanone-1, préparée à partir du diméthylcyanure de benzyle (¹) n'est pas abaissé. C'est donc bien le même corps. Le traitement des solutions séparées du précipité de bromhydrate de cétimine fournit du xylène, de l'anisol, très peu de nitrile et une petite quantité d'un mélange de dianisyle et de cétone.

La réaction de la diméthylphénylacétamide sur $CH^3OC^6H^4MgBr$ est donc nettement différente de celle de ses homologues immédiatement supérieurs sur C^6H^5MgBr. Une étude plus complète de cette réaction nous permettra de déterminer si cette différence d'action tient à la constitution de l'amide ou à celle de l'halogénure d'arylmagnésium.

Observons (*loc. cit.*) que les rendements en cétone vont en croissant si, au lieu de C^6H^5MgBr, on fait réagir sur le diméthylcyanure de benzyle $CH^3C^6H^4MgBr$ et $CH^3OC^6H^4MgBr$. D'autre part, l'hydratation du monométhylcyanure de benzyle en vue d'obtenir l'amide est beaucoup plus facile que celle du dérivé monoéthylé. On peut donc penser que les deux facteurs interviennent pour favoriser la réaction.

(¹) Mme Bruzau, *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 496.

MM. Ch. Moureu et G. Mignonac (1) ont montré que la cétimine était le premier produit de la destruction par l'eau du composé formé lors de l'action des organo-magnésiens mixtes sur les nitriles, mais il ne semble pas que ce fait ait été signalé dans le cas des amides. On peut l'expliquer en modifiant ainsi l'équation (II) de Béis :

$$\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C<\begin{matrix}OMgX\\NH\,MgX\end{matrix} + H^2O \rightarrow \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C=NH + (HO)^2Mg + X^2Mg.$$

On pourrait aussi supposer une formation première de nitrile d'après le mécanisme indiqué par Mme Ramart-Lucas. Un excès de réactif le transformerait en cétimine puis en cétone :

$$R-C\begin{matrix}\nearrow O\\ \searrow NH^2\end{matrix} \rightarrow R-C\begin{matrix}\nearrow OH\\ \searrow NH\end{matrix} \rightarrow R-C\begin{matrix}\nearrow OMgX\\ \searrow N\,MgX\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C=NMgX.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les oxydes organiques dissociables-X. Trois diméthylrubrènes isomériques*, $C^{44}H^{32}$; *leurs oxydes dissociables.* Note de MM. **Charles Dufraisse** et **Maurice Loury**, présentée par M. Delépine.

Les phénomènes d'isomérie offrent un moyen très sûr d'éprouver la valeur des formules de constitution : en fait, la confiance qu'inspirent les structures fondamentales, classiques, de la chimie organique tient surtout à leur bon accord avec les prévisions touchant l'isomérie.

Aussi n'avons-nous pas manqué de nous préoccuper de soumettre à cette épreuve la formule du rubrène que nous avions établie par les voies habituelles, c'est-à-dire par dégradation, puis par synthèse : le présent exposé résume l'idée directrice et les données des expériences que nous comptons prendre ultérieurement pour bases de discussion.

a. Il n'est pas douteux, par exemple, que notre formule doive imposer certaines restrictions à la production d'isomères dans la réaction génératrice normale des rubrènes, réaction schématisée dans l'équation suivante, où Ar désigne un reste arylé quelconque :

$$2\left[\begin{matrix}Ar\\Ar\end{matrix}\!\!>CCl-C\equiv C-Ar\right] = \text{rubrène} + 2ClH.$$

(1) Charles Moureu et Georges Mignonac, *Comptes rendus*, **156**, 1913, p. 1801.

Quand les trois aryles sont des phényles, on a le rubrène ordinaire pour lequel notre formule ne laisse pas prévoir la production d'isomères, tout au moins par cette voie : effectivement, malgré des recherches minutieuses, le rubrène ordinaire s'est toujours manifesté comme unique de son espèce.

Il n'en est plus ainsi quand on vient à substituer un tolyle à l'un des trois phényles, et l'on imagine aisément en outre que les produits issus de la réaction puissent n'être pas les mêmes suivant que le tolyle remplace l'aryle solitaire de l'extrémité droite de la formule (équation I) ou l'un des aryles géminés de l'extrémité gauche (équation II) :

$$\text{(I)}\quad 2\left[\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\!>\!C\,Cl-C\equiv C-\underline{C^6H^4-CH^3}\right]$$

ou, en abrégé, $\begin{matrix}P\\P\end{matrix}\!>\!\text{———}\,T$

$$\searrow\!\!\nearrow = \text{diméthylrubrènes} + 2\,ClH.$$

$$\text{(II)}\quad 2\left[\begin{matrix}\underline{CH^3-C^6H^4}\\C^6H^5\end{matrix}\!>\!C\,Cl-C\equiv C-C^6H^5\right]$$

ou, en abrégé, $\begin{matrix}T\\P\end{matrix}\!>\!\text{———}\,P$

La réaction (I), effectuée de bonne heure ([1]), ([2]), a fourni un diméthylrubrène et un seul. Quant à la réaction (II), elle nous a tenus en échec jusqu'à ces derniers temps. On obtenait bien une résine manifestant sans ambiguïté les caractères des rubrènes ([2]), mais, malgré des efforts prolongés auxquels plusieurs chercheurs ont participé à tour de rôle, rien de cristallisable ne pouvait en être retiré. Ce n'est qu'à la longue, grâce aux progrès réalisés journellement au laboratoire dans la technique de synthèse des rubrènes, que nous avons enfin réussi à isoler successivement les corps définis, décrits ci-dessous.

b. Les diméthylrubrènes, $C^{44}H^{32}$, que nous venons d'extraire des produits de la réaction II, sont au nombre de trois. Ils fondent respectivement à 205°, 273° et 321° (fusions instantanées sur bloc à revêtement d'or) et possèdent les propriétés caractéristiques des corps de la famille du rubrène : leurs solutions, roses et fluorescentes, ont un spectre d'absorption à trois bandes (*fig*. 1) et se décolorent à l'air par irradiation avec formation d'oxydes dissociables.

L'oxyde du premier, $C^{44}H^{32}O^2[1/2(C^2H^5)^2O]$, préparé dans l'éther,

---

([1]) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et A. Willemart, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 266.

([2]) A. Willemart, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 385; *Thèse*, Paris, 1929, et *Ann. Chim.*, 12, 1929, p. 360.

s'est dissocié à 150° en libérant de l'oxygène au titre de 94 pour 100 et avec un rendement de 63,7 pour 100 du rendement théorique. L'oxyde du second, de même formule que le précédent, $C^{44}H^{32}O^2[1/2(C^2H^5)^2O]$, s'est décomposé de même manière; l'oxygène, recueilli dans la proportion de 66 pour 100 des chiffres théoriques, titrait 90 pour 100. Enfin l'oxyde du troisième, $C^{44}H^{32}O^2(C^6H^6)$, préparé dans le benzène, a abandonné son oxygène vers 160° dans la proportion de 70 pour 100 et sous un titre de 94,5 pour 100.

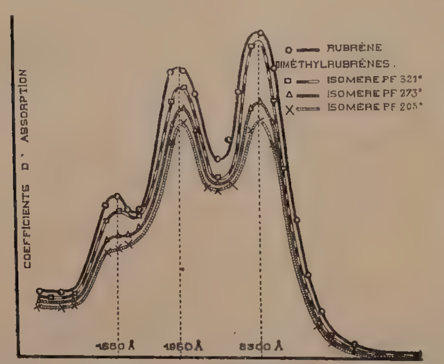


Fig. 1. — Courbes d'absorption comparées du rubrène ordinaire et des trois diméthylrubrènes.

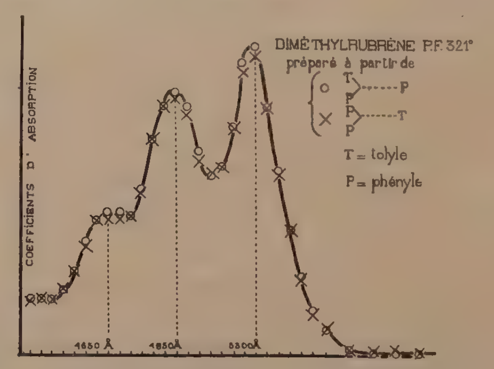


Fig. 2. — Comparaison des courbes d'absorption des deux diméthylrubrènes, d'origines différentes, qui fondent l'un et l'autre à 321°.

Le troisième hydrocarbure, celui qui fond à 321°, présente la plus grande ressemblance avec le diméthylrubrène obtenu antérieurement par la réaction (I) (*loc. cit.*) et auquel il a été fait allusion plus haut. L'identité de ces deux corps ne saurait faire de doute, malgré leurs origines si différentes : ils forment dans les divers solvants des cristaux de mêmes facies, ils ont la même courbe d'absorption (*fig.* 2), la même allure dans leur oxydabilité réversible et enfin les mêmes températures de fusion aussi bien en mélange qu'isolément (au bloc Maquenne, et au bain d'huile).

Les réactions (I) et (II) aboutissant ainsi à un terme commun, le diméthylrubrène fondant à 321°, nous avons recherché s'il n'en était pas de même pour les autres isomères. A cet effet, des amorces cristallines de chacun d'eux ont été portées dans les résidus incristallisables laissés par la réaction (I). Comme il ne s'est rien précipité, on peut admettre que les deux autres hydrocarbures sont propres à la réaction (II).

Tels sont les faits que nous comptons maintenant confronter avec les prévisions déduites de la formule des rubrènes.

MINÉRALOGIE. — *L'action de la chaleur sur la fluorine.*
Note [1] de M. L. **Domange**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait que les cristaux de fluorine présentent la propriété d'éclater en multiples fragments sous l'influence d'une élévation de température, et la cause de ce phénomène, qui s'accompagne d'une luminescence caractéristique, n'a pu encore être déterminée.

Kenngott [2], Wyrouboff [3] ont remarqué que certains échantillons de cette substance accusent en outre une perte de poids par chauffage, les cristaux se décolorant en même temps. D'après Wyrouboff, ils contiennent des matières organiques, et même le dosage du carbone a pu être réalisé par cet auteur.

Nous avons repris l'étude de ce phénomène, et tout d'abord nous avons mesuré les pertes de poids dans le vide, au lieu d'opérer dans l'air ou dans l'oxygène comme le faisait Wyrouboff, et nous avons pu ainsi extraire et analyser les gaz dégagés pendant le chauffage.

Des mesures précises sont d'ailleurs rendues délicates par la violence même de l'explosion. En opérant sur de petits fragments de 2 à 3^{mm}, il y a des pertes de matière par projection, même en utilisant des groupes de trois tubes emboîtés les uns dans les autres. Nous avons pu faire des mesures concordantes en opérant sur de la fluorine préalablement pulvérisée et traversant le tamis 150. Il est d'autre part indispensable de ne laisser rentrer dans l'appareil que de l'air rigoureusement sec, car la fluorine pulvérisée et séchée se montre avide d'eau.

La matière en expérience était disposée à l'intérieur d'un tube de quartz chauffé électriquement, le four portant deux tubulures latérales, disposées de manière à permettre l'observation de la substance par une méthode stéréoscopique. Le tube de quartz était relié à un condenseur refroidi, à un manomètre et à une trompe à mercure.

Nous avons ainsi observé que la fluorine subit une première perte de poids par chauffage de 1 heure à 150°, ce qui correspond à une élimination d'eau. Celle-ci est recueillie dans le condenseur à —80°. Une deuxième perte de poids est notée à 400°, et s'accompagne d'un très faible dégagement gazeux.

---

(1) Séance du 2 mai 1932.
(2) C.-A. Kenngott, *Sitzber. Akad. Wien*, 10, 1853, p. 296; 11, 1853, p. 16.
(3) Wyrouboff, *Bull. Soc. chim.*, 5e série, 2, 1866, p. 334.

Un chauffage plus intense à 700°, ou plus prolongé à des températures inférieures, ne provoque plus de variation de poids ni d'émission de gaz.

Nos résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous, qui est relatif à des échantillons différents de fluorine, presque tous recueillis dans des gisements français. Pour les sept premiers, l'ordre de grandeur des différences de poids constatées est comparable, ainsi que les volumes de gaz recueillis.

Les températures correspondant au début de la luminescence sont presque toujours intermédiaires entre 200 et 220°. Elles s'élèvent toutefois à 300° pour un échantillon jaune vert de Clermont-Ferrand (n° 3) et pour une fluorine violette très impure de Langeac (Haute-Loire) (n° 8). Le phénomène se poursuit jusqu'à une température plus ou moins élevée, selon l'échantillon. Dans tous les cas, la lumière émise est violette, sauf pour l'échantillon n° 3, où la lueur a été d'abord vert clair avant de devenir violette.

L'intensité de la luminescence est très variable d'une espèce à l'autre. Très faible pour la fluorine jaune (n° 4), elle est relativement importante pour la fluorine américaine de New-Mexico (n° 5).

N°s.	Silice pour 100.	Début de luminescence à 10° près. Couleur observée.	Poids en grammes.	Pertes pour 100 à 150°.	Pertes pour 100 à 400°.	Volume de gaz recueilli en cm³.	Densité avant chauffage.	Densité après chauffage 1 h. à 400°.
1.	0,065	200–220° violette	8,9196	0,029	0,0067	0,13	3,182	3,180
2.	0,21	200° violette	7,6068	0,034	0,0066	0,13	3,178	3,180
3.	0,05	300° vert clair, puis violette	6,2445	0,057	0,029	0,21	3,176	3,174
4.	0,06	220° violette, peu luminescente	9,1658	0,013	0,015	0,08	3,178	3,179
5.	1,12	215° violette, très luminescente	9,4264	0,032	0,017	0,075	3,172	3,173
6.	0	210° violette, peu luminescente	8,3105	0,035	0,013	0,08	3,176	3,177
7.	0	210° violette, peu luminescente	9,3694	0,035	0,019	0,1	3,182	3,181
8.	15	300° violette, peu luminescente	4,8926	0,54	0,051	»	3,004	3,027
			110	»	»	2,6	»	»

Couleur et origine. — N° 1, vert foncé du Massif Central; n° 2, vert clair du Massif Central; n° 3, jaune et verte de Clermont-Ferrand; n° 4, jaune du Massif Central; n° 5, fluorine américaine (New-Mexico); n° 6, fluorine incolore des Pyrénées; n° 7, rose du Puy-de-Dôme; n° 8, violette de Langeac.

La fluorine violette de Langeac se distingue des autres produits étudiés par une perte de poids relativement plus importante à 150°, ainsi d'ailleurs qu'à 400°. Cette espèce est assez impure et renferme une proportion élevée de silice, de l'ordre de 15 pour 100.

En vue de rechercher si le phénomène constaté entre 200° et 300° correspond à un changement allotropique, nous avons, en première approximation, déterminé la densité avant et après chauffage. Les valeurs trouvées, qui sont indiquées dans le tableau précédent, ne laissent pas apparaître de différence appréciable, ce qui montre, ou bien qu'il n'y a pas eu de transformation, ou bien que celle-ci, étant réversible, échappe à notre examen par la méthode employée.

Ces premiers résultats montrent que la luminescence observée n'est pas en rapport direct avec une perte de matière. Par contre, la luminescence accompagne la rupture des cristaux.

GÉOLOGIE. — *Les éléments structuraux du Bokoya* (*Rif espagnol oriental*). Note de M. **Maurice Blumenthal**, présentée par M. Ch. Jacob.

Les chaînes du Bokoya, situées à l'Ouest de la Baie d'Alhucemas, se détachent par la saillie d'un ensemble calcaire entre des formations de facies flysch. Grâce aux premières recherches de M. et Mme Russo [1], on sait qu'il s'y trouve des éléments structuraux poussés vers le Sud. Mes recherches détaillées confirment ce fait; toutefois les accidents tectoniques, leur répartition, les contacts anormaux ainsi que la série stratigraphique sont à interpréter différemment. Le croquis ci-après résume les grands traits de la région [2].

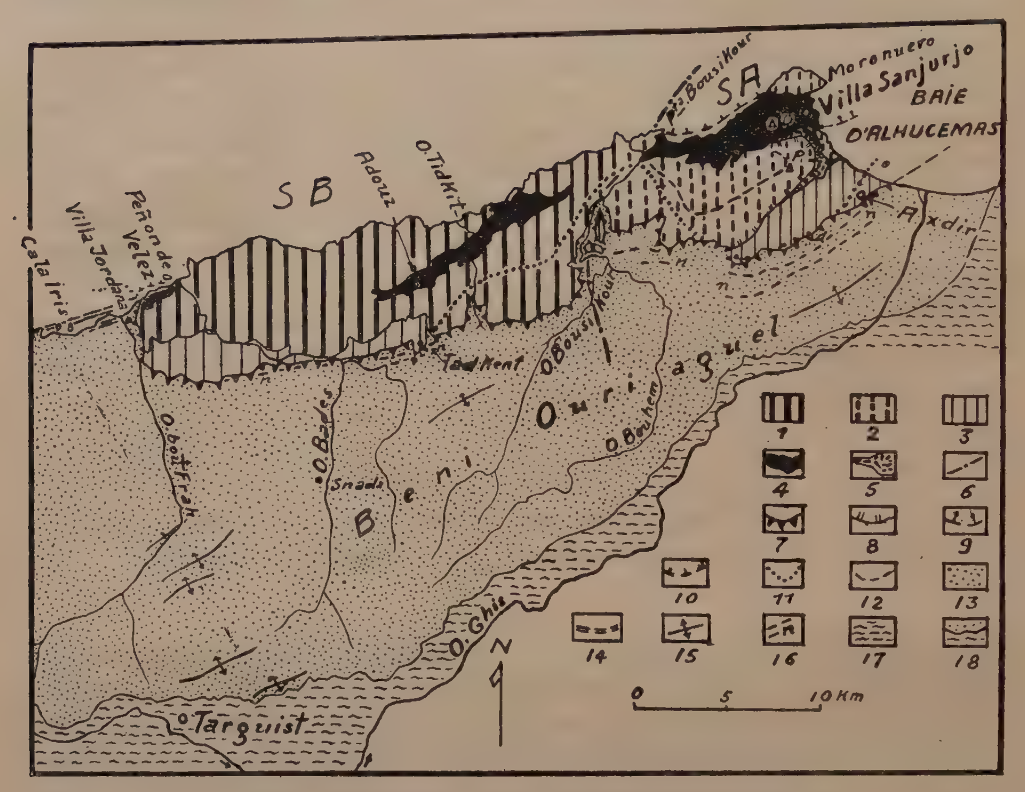
Le complexe entier se répartit aisément en deux secteurs, celui d'Axdir et celui de l'Oued Badès, qui se réunissent sans séparation tectonique franche; pourtant leur individualité est soulignée par le rebroussement profond que marque la vallée de l'O. Bousikour (6). Tandis que le secteur occcidental (S. B.), plus large, peut être considéré au point de vue

---

(1) P. et I. Russo, *Recherches géologiques sur le Nord-Est du Riff* (*Mém. Soc. Sc. nat. du Maroc*, 20, 1929, p. 129 et suiv.).

(2) Les chiffres et lettres entre parenthèses dans le texte de cette Note se rapportent à la légende du croquis.

structural comme homogène, il faut, dans le secteur oriental (S. A.), distinguer une Écaille du Monte Palomas (2), séparée du bâti sous-jacent par une zone de flysch pincée [O. Isli-O. Tixdit (5)] qu'elle recouvre par char-



Croquis tectonique du Bokoya (Rif espagnol oriental).

1, série normale, mésozoïque (Lias principalement) de la Nappe du Bokoya. 2, série normale mésozoïque de l'Écaille du Palomas. 3, partie frontale à couverture mésozoïque incomplète (Permo-Trias et Lias inférieur). 4, aires anticlinales paléozoïques. 5. Flysch (Oligocène) pincé dans la Nappe du Bokoya (O. Isli). 6, axe du rebroussement séparant le secteur d'Axdir de celui du Oued Badès. 7, affleurement de la ligne de charriage de la Nappe du Bokoya. 8, ligne de charriage de l'Écaille du Palomas. 9, accident du Djebel Malmusi. 10, déversement septentrional du noyau paléozoïque. 11, bordure hypothétique du soubassement paléozoïque de la Nappe. 12, bordure hypothétique dans l'Écaille du Palomas. 13, Flysch (principalement Éocène) des Beni Ouriaguel. 14, lignes directrices des plis du Flysch de la côte (Cala Iris). 15, aires anticlinales dans le Flysch. 16, zones calcaires nummulitiques. 17, série compréhensive des schistes noirs (Zone de Targuist). 18, ligne de contact anormal entre les Schistes de Targuist et le Flysch d'Ouriaguel. SA = Secteur d'Axdir. SB = Secteur de l'Oued Badès. D = Djebel Malmusi. P = Monte Palomas.

riage (8). En dépit de cette particularité locale, tout le Bokoya calcaire est à considérer comme une seule unité, comme une nappe.

L'affleurement de la surface de charriage (7) se révèle clairement en

divers endroits : ainsi la transversale de Villa Jordana démontre la superposition presque horizontale du Lias au grès du Flysch sur une distance transversale de $4^{km},5$; et, le long de l'O. Bousikour, le Flysch sous-jacent s'avance à plus de 5^{km} vers le N. Ailleurs, le front vers le Flysch des Ben Ouriaguel montre des contacts ramenés à la verticale. La zone côtière correspond à l'enracinement.

Chaque compartiment de la nappe montre, à sa base, la participation du Paléozoïque dont le matériel stratigraphique est tout à fait identique à celui du Massif bétique de Malaga. Le Paléozoïque, intensément plissé et entremêlé de Permo-Trias rouge, affleure soit en aire anticlinale (4), soit en formant une zone frontale (3), garnie et bordée d'un chapelet de calcaire blanc (Calcaires d'Alhucemas). La zone côtière du Paléozoïque fait voir une sorte d'extrusion de ses schistes, ceux-ci recouvrant (10) les calcaires liasiques pincés (Tala Yusef, Penon de Velez).

GÉOLOGIE. — *Nouvelle contribution à la stratigraphie du Cambrien et du Silurien de la partie orientale des* Monts de Lacaune. Note de M. **Marcel Thoral**, présentée par M. Ch. Jacob.

Les monts de Lacaune, au Sud du Massif Central, sont essentiellement constitués par des terrains cambriens et siluriens, disposés en une série d'écailles orientées SW-NE (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1362). Voici un aperçu des terrains qui constituent ces différentes zones parallèles :

1° *La zone de Camplong* est uniquement constituée par des terrains cambriens non fossilifères. L'Acadien inférieur y est à l'état de calcaires gris ou jaunâtres, souvent dolomitiques. L'Acadien moyen, l'Acadien supérieur et le Potsdamien sont formés d'une épaisse série de schistes durcis, alternant avec des grès verts plus ou moins micacés.

2° *La zone de Marcou* comprend les mêmes termes, mais fossilifères. Dans les calcaires, M. Albert Michel-Lévy (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1366) a découvert des *Archæocyathus* et des encrines.

La roche et les fossiles sont identiques à ceux qu'on connaît près de Cavenac au Sud de Saint-Pons. Les schistes verts ou jaunâtres superposés aux calcaires m'ont livrés, en contre-bas de la Croix de Marcou, des débris de Trilobites non déterminables.

L'Acadien supérieur et le Potsdamien ne peuvent être distingués, comme dans toute l'étendue des monts de Lacaune.

La série cambrienne de Marcou repose sur une épaisse mylonite de granulite, avec,

parfois, des schistes satinés et froissés, d'âge indéterminé, intercalés entre les deux formations, notamment à Rials et près de la Rode Basse.

3° *La zone de Boissezon-Melagues* est ondulée suivant deux directions : SW-NE et et NW-SE. A la base de la falaise d'Olquets, les calcaires de l'Acadien inférieur reposent sur des grès dont le faciès lithologique rappelle les arkoses de Marcory [1]; en l'absence de fossiles, je ne puis encore dater ces grès. L'Acadien moyen comprend des schistes à amandes calcaires disposées en lits parallèles, puis des schistes francs dans lesquels j'ai découvert à Saint-Pierre-des-Cats : *Trochocystites Barrandei* M. Ch. et Berg. A 1^{km} au Nord de Mélagues (Aveyron), un nouveau gisement m'a fourni : *Ctenocephalus coronatus* Barr., *Conocoryphe Heberti* M. Ch. et Berg., *Ptychoparia Rouairouxi* M. Ch. et Berg., *Paradoxides mediterraneus* Pomp., *Paradoxides* sp. de grande taille; *Trochocystites* cf. *Barrandeï* M. Ch. et Berg., *Acrothele Bergeroni* Walc. Ce gisement est remarquable par l'abondance et la conservation des restes organiques, la présence des glabelles de *Paradoxides* dans les amandes calcaires, la coexistence d'*Acrothele Bergeroni* Walc. et de *Trochocystites*. La faune est celle de l'Acadien moyen, partie inférieure. Le faciès de la roche est identique à celui du gisement de la route d'Assignan, à $1^{km},900$ au SE de Coulouma (Hérault). La partie supérieure de l'Acadien moyen, l'Acadien supérieur et le Potsdamien sont formés de schistes et grès avec quelques bancs lenticulaires de calcaires. Puis vient un bel affleurement de Trémadoc, dans lequel j'ai découvert de nouveaux points fossilifères : à Canac, Las Devèzes, La Mouline d'Arnac. J'ai recueilli dans des nodules siliceux : *Asaphelina Barroisi* M. Ch. et Berg., *Symphysurus Sicardi* Berg., *Niobe* sp., *Ampyx* sp., *Asaphus* sp., *Megalaspis* sp., *Agnostus* sp., *Lingulella* sp., *Bellerophon Œhlerti* M. Ch. et Berg., *Orthoceras* sp.

4° *La zone de Murat-sur-Vebre-Brusque.* — J'ai déjà fait connaître (*Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 938, et **191**, 1930, p. 1138) cette série et signalé des gisements fossilifères dans son Acadien. On y observe toujours la même succession stratigraphique, qui se termine avec le Potsdamien.

5° *La zone du Merdellou.* — Les calcaires y sont souvent noirs et moins compacts que dans les zones précédentes; les schistes, plus fins. Près de Peux et Couffouleux, ceux de l'Acadien moyen sont noirs, riches en matière organique. La série compréhensive Acadien supérieur-Potsdamien est épaisse. Les schistes y sont fréquents et renferment des bancs lenticulaires de calcaire à entroques (près de Mounès); puis, en concordance, affleure le Trémadoc schisteux avec nodules siliceux aplatis, très pauvres en débris organiques; au-dessus, sont des schistes peu épais, de couleur verdâtre et d'âge silurien imprécis. Enfin vient le Gothlandien fossilifère de Murasson.

6° *La zone de Murasson* montre des sédiments plus micacés et peut-être un peu plus métamorphisés. Elle se développe vers l'Ouest et elle fera l'objet de mes prochaines recherches.

---

[1] M. Albert Michel-Lévy (*op. cit.*) a déjà signalé des arkoses au Col du Layrac, à la base des calcaires de la Zone de Marcou, et noté leur ressemblance avec les arkoses géorgiennes de Marcory. Près de Revaliès (zone de Murat-Brusque), j'ai vu des grès anologues surmontant les schistes à *Paradoxides* de l'Acadien moyen.

En résumé : Les écailles de la partie orientale des monts de Lacaune sont constituées surtout par des terrains acadiens et potsdamiens. La question de l'existence en quelques points d'une partie du Géorgien n'est pas définitivement résolue.

Les terrains siluriens affleurent seulement dans deux écailles où ils sont conservés grâce à des phénomènes de chevauchement. La majeure partie en a été enlevée par érosion.

Les sédiments des monts de Lacaune ont les mêmes caractères que ceux de la Montagne-Noire. Comme dans celle-ci, l'allure géosynclinale des dépôts est affirmée par la continuité dans la sédimentation, la puissance des couches et les caractères bathyaux de la plupart des schistes cambriens.

MÉTÉOROLOGIE. — *Cinématique des centres isobariques.*

Note (1) de M. G. **Dedebant**, présentée par M. E. Fichot.

Une carte d'isobares, et sa carte de tendances, contiennent toute l'évolution instantanée du champ barométrique.

On peut réunir, sous le nom de Géométrie isobarique, un ensemble de règles simples, qui permettent de lire à vue les traits essentiels de cette évolution (2).

Ces règles, exactes seulement d'une manière instantanée, mais par contre en dehors de toute hypothèse, offrent un réel intérêt pratique, parce qu'elles fournissent des bases rationnelles d'extrapolation.

Or toutes les méthodes actuelles de *prévision*, qu'elles dérivent de constatations empiriques ou de théories physiques, sont finalement basées sur l'*extrapolation*. Ce qui fait la supériorité pratique de telle ou telle méthode, c'est seulement la plus ou moins grande stabilité de l'élément qu'elle extrapole.

Nous donnerons, dans cette Note, les règles cinématiques concernant les centres, qui sont les points les plus remarquables du champ isobarique.

Notations. — La pression barométrique est désignée par P, et ses déri-

---

(1) Séance du 2 mai 1932.

(2) Nous avons donné la première formule de ce genre dans *Le champ du déplacement instantané des isobares* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 359).

vées partielles par

$$p = \frac{\partial P}{\partial x}, \qquad q = \frac{\partial P}{\partial y}, \qquad \tau = \frac{\partial P}{\partial t},$$

$$r = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2}, \qquad s = \frac{\partial^2 P}{\partial x\, \partial y}, \qquad t = \frac{\partial^2 P}{\partial y^2},$$

$$p' = \frac{\partial^2 P}{\partial x\, \partial t}, \qquad q' = \frac{\partial^2 P}{\partial y\, \partial t}, \qquad \tau' = \frac{\partial^2 P}{\partial t^2}.$$

I. Vitesse instantanée des centres. — Soient (x, y) les coordonnées d'un centre à l'instant t, et $(x + dx, y + dy)$ ses coordonnées à l'instant $t + dt$.

Développons en série de Taylor les composantes (nulles) du gradient de pression :

$$0 = r\, dx + s\, dy + p'\, dt,$$
$$0 = s\, dx + t\, dy + q'\, dt,$$

ce qui donne, en introduisant la vitesse (u, v) du centre,

$$ru + sv + p' = 0,$$
$$su + tv + q' = 0.$$

Ces équations suffisent à déterminer complètement la vitesse du centre, mais en voici une interprétation plus expressive :

L'équation de l'indicatrice de courbure du centre isobarique, est

$$rx^2 + 2sxy + ty^2 = \pm 1.$$

Deux directions conjuguées (x, y) et (x', y'), par rapport à cette indicatrice, sont liées par la relation

$$rxx' + s(xy' + yx') + tyy' = 0.$$

Il est facile de voir que les directions (u, v) et $(-q', p')$ vérifient cette équation.

D'où :

1. *Règle du déplacement des centres.* — Théorème. — *Le déplacement instantané d'un centre est la direction conjuguée de l'isallobare instantanée, par rapport à l'indicatrice de courbure.*

Voici deux formes pratiques, qui se justifient d'elles-mêmes, de ce théorème :

Règle 1-*a*. — La direction du déplacement instantané d'un centre est

celle des tangentes à la plus petite isobare, en ses points d'intersection avec la ligne d'égale tendance, qui passe par le centre.

Règle 2-*a*. — La direction du déplacement instantané d'un centre est celle dans laquelle les lignes d'égale tendance sont tangentes aux isobares.

Si nous prenons maintenant cette direction σ comme axe des x, on a $v = 0$ et la valeur absolue de la vitesse du centre prend la forme simple

$$u = -\frac{p'}{r} = -\frac{\frac{\partial^2 P}{\partial\sigma\,\partial t}}{\frac{\partial^2 P}{\partial\sigma^2}} = -\frac{\frac{\partial G}{\partial t}}{\frac{\partial G}{\partial\sigma}},$$

où $G = \partial P/\partial\sigma$, d'où :

2. *Théorème de la vitesse des centres.* — La vitesse d'un centre est celle des courbes de niveau du gradient de pression, dans la direction du déplacement du centre.

En particulier, cette vitesse est nulle quand le centre du noyau de tendances coïncide avec le centre isobarique.

II. Creusement et comblement des centres. — La variation de pression, en suivant le centre dans son mouvement, est

$$\partial P \quad = \tau + up + vq.$$

Comme $p = q = 0$, il en résulte

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \tau.$$

D'où :

3. *Théorème de l'évolution des centres.* — L'évolution en profondeur d'un centre est égale à la variation locale de pression au centre.

Toutes ces règles ont évidemment leurs équivalents isallobariques.

BOTANIQUE. — *Sur les physodes des Phéophycées.* Note de M. **Chadefaud**, présentée par M. L. Mangin.

Une étude cytologique comparative de diverses espèces du genre *Laminaria* et du genre *Desmarestia* montre la présence constante, dans les cellules de ces algues, de formations intracytoplasmiques correspondant aux physodes de Crato, mais pouvant présenter une série d'aspects très différents les uns des autres.

1° *Physodes à fucosane*, c'est-à-dire contenant des composés phénoliques donnant les réactions de la phloroglucine.

A. Physodes réfringents, prenant, lors des colorations vitales par le bleu de crésyle, une teinte bleue homogène. Ce type de physodes paraît être le plus répandu chez les Phéophycées; c'est à lui que s'applique le terme de grains de fucosane. Ces grains sont formés par une substance pâteuse, demi-solide, et contiennent parfois de petites inclusions arrondies, non colorables, qui sont peut-être des cavités. Ils atteignent leur maximum de différenciation et de taille dans certaines cellules sécrétrices, les cellules à fucosane de M. Sauvageau, dont les cellules de Yendo des *Undaria* et des plantules de certaines Laminaires sont le type. Chez *Laminaria Cloustoni* on observe, sous l'épiderme, une couche continue formée de trois ou quatre assises de cellules qui ont les caractères des cellules de Yendo. Une telle couche de cellules à fucosane se retrouve chez *Laminaria pallina* du Cap, mais située plus profondément, au niveau des canaux mucifères. Les cellules marginales et les cellules basilaires des poils de *Myrionema vulgare* sont aussi des cellules à fucosane (en même temps que des cellules initiales). Cela est encore plus net pour les ascocystes des *Ascocyclus*. Il est probable que le contenu des physodes de ces cellules à fucosane peut être excrété : la chose me paraît certaine chez les Myrionémacées, où j'ai effectivement assisté à cette excrétion.

B. Physodes moins réfringents, dans lesquels le bleu de crésyle fait apparaître des granulations bleues, tandis que la masse du physode ne prend qu'une teinte bleuâtre assez faible. Les physodes de ce type sont très bien représentés dans les plantules de *Laminaria flexicaulis*, où leur contenu est demi-solide, avec souvent une inclusion arrondie non colorable, et chez *L. saccharina*, où leur contenu est souvent plus liquide et dépourvu d'inclusions. Ils coexistent avec les physodes du type précédent chez *Pylaiella littoralis*.

2° *Physodes sans fucosane*. Ils sont très peu réfringents, et ne donnent pas les réactions de la phloroglucine.

C. Physodes se colorant en violet par le bleu de crésyle. Leur coloration est généralement lente; quand elle s'accentue il apparaît dans le physode, par floculation, des globules d'un beau rouge pourpre. Ils coexistent avec ceux du type B dans les plantules de *L. flexicaulis* et chez *L. saccharina;* ils sont bien représentés chez *L. Cloustoni*, et chez les *Desmarestia*.

D. Physodes peu réfringents non colorables par le bleu de crésyle. Ils

paraissent très voisins des précédents. Je les ai surtout observés chez *L. Cloustoni* et chez les *Desmarestia*.

Les types C et D ne répondent pas à la notion classique de physodes considérés comme étant des grains de fucosane. Si une étude minutieuse ne montrait leur homologie avec les types A et B, on aurait plutôt idée de les rattacher soit au vacuome, soit même au chondriome, dont ils peuvent prendre l'aspect. J'ai commis cette erreur dans une précédente étude du genre *Desmarestia*.

L'homologie des quatre types de physodes est établie par l'étude de leurs particularités morphologiques (taille, plasticité, inclusions), par celle de leur distribution dans les cellules des différentes espèces, et enfin par l'existence d'intermédiaires entre ces types. Plusieurs types de physodes peuvent coexister dans la même cellule.

Les notions précédentes permettent de concevoir la constitution des physodes des Phéophycées d'une façon nouvelle. Les constituants phénoliques de la fucosane n'en sont pas l'élément essentiel. La notion (chimique) de fucosane doit être complètement distinguée de celle (morphologique) de physodes. Ceux-ci sont des corpuscules non phénoliques, sur lesquels se fixent, le cas échéant, les substances phénoliques élaborées par la cellule.

Il est probable, d'après cette affinité pour les phénols, que ces corpuscules sont de nature mucilagineuse. Il est difficile d'en administrer une preuve directe, parce que les affinités tinctoriales des mucilages pectiques sont assez semblables à celles des phénols. Mais on en a une preuve indirecte dans le fait que les éléments sécréteurs des canaux mucifères des Laminaires, qui élaborent un mucilage pectique, sont des cellules bourrées de physodes, mais non pas des cellules à fucosane.

On pourrait aussi penser que les physodes renferment de la métachromatine. Il est vrai qu'on peut se demander si cette substance énigmatique ne serait pas, elle aussi au moins pour partie, un mucilage vacuolaire. De toute façon, les faits précédents conduisent à rapprocher les physodes du vacuome, sans permettre toutefois d'affirmer une homologie complète entre ces deux formations.

GÉNÉTIQUE. — *Étude cytologique de l'hybride* Pogoregelia : Iris olbiensis *Hénon* × Iris Korolkowii *Regel*. Note de M. **Marc Simonet**, présentée par M. Blaringhem.

Cet hybride stérile a été réalisé par R. Dykes ([1]), en 1908, à partir du croisement de l'*Iris-olbiensis* Hénon var. *Socrates* Hort. par l'*Iris Korolkowii* Regel. En 1910, H. Massé ([2]) faisait connaître l'*Iris* × *Korolcyp* (*I. Korolkowii* × *I. cypriana*) que nos études cytologiques montrèrent être plutôt un hybride entre l'*I. Korolkowii* et une espèce du groupe des *Iris chamæiris* Hort., soit une combinaison génétique analogue à celle de l'hybride obtenu par R. Dykes. Dernièrement M. F. Denis a aussi réussi à croiser l'*I. olbiensis* Hénon var. *alba major* Hort. avec l'*I. Korolkowii* Regel.

Dans ces trois hybrides, les deux espèces parentes appartiennent à des groupes botaniques et géographiques différents : l'*I. olbiensis* est une plante du sud de la France (littoral méditerranéen) du groupe des Iris nains de la section *Pogoniris* (Iris barbu à graines sans arille); l'*I. Korolkowii*, de la section *Regelia* (Iris barbu à graines ornées d'une grosse arille blanche) est originaire de l'Asie centrale (Boukharie).

Cette hybridation est aussi curieuse parce que effectuée entre plantes offrant des nombres chromosomiques différents (aneuploïdie). Nous avons déjà signalé ([3]) $2n = 40$ chez *I. olbiensis* et $2n = 22$, 33 et 44 chez *I. Korolkowii* ([4]).

Les nombres de chromosomes observés chez l'*I. Korolkowii* montrent que cette espèce, d'ailleurs polymorphe, renferme trois races caryologiques polyploïdes : $2n = 22$ correspond aux formes *venosa* Fost., et *violacea* Fost.; $2n = 33$ à la variété *atropurpurea* Hort. et $2n = 44$ à l'*I. Korolkowii* type et à sa variété *concolor* Fost. Les deux premières variétés sont diploïdes (11×2), la troisième est triploïde (11×3), le type et la quatrième variété sont tétraploïdes (11×4).

La présence de plusieurs races caryologiques chez l'un des parents de ces hybrides permettait d'entrevoir la découverte de plusieurs combinai-

([1]) R. Dykes, *Gard. Chron.*, 3e série, **44**, 1908, p. 3.
([2]) H. Massé, *Rev. Hort.*, **10**, 1910, p. 356.
([3]) M. Simonet, *Bull. Soc. Nat. Hort. de France*, 5e série, **2**, 1929, p. 455-463.
([4]) M. Simonet, *C. R. Soc. de Biologie*, **103**, 1930, p. 1197-1200.

sons génétiques intéressantes si celles-ci avaient été utilisées dans les croisements. Cette hypothèse était juste puisque nous avons trouvé que les plantes obtenues par R. Dykes et H. Massé se rapportent à des hybridations effectuées avec les races diploïdes de l'*I. Korolkowii*, tandis que l'hybride de M. F. Denis fut obtenu avec une forme tétraploïde. Chez ce dernier, les mitoses somatiques renferment exactement un stock chromosomique diploïde de l'*I. Korolkowii*, alors que chez les deux premiers il ne fut observé qu'une garniture haploïde.

L'*I. olbiensis* var. *Socrates* × *I. Korolkowii* (R. Dykes) possède exactement la somme des compléments chromosomiques haploïdes de ses deux parents, soit $2n = 31$ (♀ $n = 20$ et ♂ $n = 11$). L'examen d'un grand nombre de cinèses somatiques nous a permis de constater que les chromosomes maternels et paternels gardaient chez l'hybride leur entière individualité. En effet, il a été possible de retrouver chez celui-ci des éléments de forme particulière que nous avions identifiés chez les parents. Plus spécialement : 10 grands chromosomes droits, 2 chromosomes en V et 1 satellite sont d'origine maternelle; 1 *très grand chromosome en* V, 1 grand chromosome droit et 2 satellites sont de contribution paternelle. Tous ces éléments existaient respectivement par couples chez les parents.

Les divisions réductionnelles sont très anormales. A la métaphase hétérotypique, il n'existe que 3 à 5 gémini; les autres éléments restent univalents et sont irrégulièrement répartis au centre des cellules mères des grains de pollen; les arrangements suivants ont été observés : $3_{II} + 25_{I}$; $4_{II} + 23_{I}$; $5_{II} + 21_{I}$. Notons que le grand chromosome en V d'origine paternelle, si caractéristique de la garniture des Iris *Regelia*, reste toujours univalent; gardant sa forme particulière, nous l'avons retrouvé non apparié dans toutes les cellules examinées. A l'anaphase, les 3-5 éléments bivalents formés se disjoignent, puis émigrent vers les deux pôles de l'image caryocinétique, entraînant avec eux les unités monovalentes les plus proches de l'équateur; les autres monovalents demeurant dans le cytoplasme. A ce stade, tous les éléments subissent un clivage longitudinal, mais aucun des chromosomes univalents ne se divise. A l'interphase, deux micro-nucléi sont formés dans lesquels les chromosomes s'alvéolisent légèrement tout en gardant leur entière individualité.

La seconde division de maturation est normalement équationnelle; cependant, les irrégularités constatées à la première division troublent vivement le mécanisme de la mitose qui doit aboutir à la formation des quatre noyaux de la tétrade. Deux plaques homéotypiques sont formées avec, en

plus, les chromosomes demeurés dans le cytoplasme lors de l'anaphase hétérotypique; aussi la distribution des éléments chromosomiques est-elle des plus désordonnée. Voici quelques-unes des combinaisons observées : 12 + 13 + 3 + 2 + 1, 15 + 11 + 2 + 2 + 1, 16 + 12 + 2 + 1, etc. Toutes ces combinaisons donnent le nombre total des chromosomes somatiques, ce qui confirme que la division des monovalents est exceptionnelle à la première division. A l'anaphase, pendant que les éléments contenus dans les deux plaques équatoriales se divisent, les chromosomes restés dans le cytoplasme font de même et donnent naissance à la fin de la réduction chromatique à des micro-nucléi surnuméraires; ce qui fait qu'au stade de la tétrade, les cellules mères contiennent jusqu'à 6-8 microspores au lieu de 4. Le pollen est dégénéré et la plante est stérile.

C'est un nouvel exemple de stérilité corrélative de la dissociation des éléments nucléaires chromatiques avec fusion très faible; ce comportement spécial des chromosomes, pendant les divisions de maturation se rapporte exactement à ce que nous décrirons ailleurs sous le nom de schéma *Iris chamaeiris* × *I. iberica*.

Signalons enfin l'évolution très particulière du chromosome en V des *Iris Regelia*: alors que chez les hybrides *Regeliocyclus* (*Regelia* × *Oncocyclus*) nous avons toujours vu cet élément se conjuguer avec d'autres chromosomes des *Iris Oncocyclus*, chez les *Pogoregelia* (*Pogoniris* × *Regelia*) il ne trouve plus d'éléments homologues dans la garniture chromosomique des *Pogoniris* puisqu'il reste toujours univalent.

GÉNÉTIQUE. — *Structure et richesse saccharine dans les hybrides de Betteraves.* Note de MM. **H. Colin** et **E. Bougy**, présentée par M. L. Blaringhem.

Les variétés actuelles de Betteraves à sucre sont, dans l'ensemble, moins volumineuses et plus richement vascularisées que les variétés fourragères; en recherchant, avant tout, la richesse saccharine, l'industrie a fait baisser progressivement le poids des racines. A ce que rapporte von Lippmann [1], les premières fabriques de sucre qui travaillaient la meilleure Betterave d'alors, la blanche de Silésie, refusaient impitoyablement, comme renfermant plus d'eau et moins de sucre, les souches d'un poids supérieur à 2^{kg}; la sélection polarimétrique a opéré dans le même sens, avec plus de rigueur

(1) E. von Lippmann, *Deutsche Zuckerind.*, 82, janvier 1932, p. 27.

encore. Le résultat est sous nos yeux : nous avons des Betteraves riches, à vascularisation serrée, mais de taille restreinte.

On est amené, de la sorte, à se demander dans quelle mesure la richesse saccharine est liée à la structure. C'est un fait indéniable que les anneaux vasculaires ont plus de sucre, moins d'eau et de cendres que le parenchyme interstitiel ; n'empêche qu'à richesse égale, toutes les racines d'un lot de Betteraves n'ont pas nécessairement une vascularisation identique. Le plus simple, pour étudier le comportement de ces deux caractères, était de croiser deux types extrêmes, une Betterave fourragère avec une sucrière, et d'observer la dissociation des hybrides.

La géante blanche (de Vilmorin) a été pollinisée par la sucrière A, de même nom, suivant le procédé décrit précédemment [1]. On a obtenu 15 graines hybrides parfaitement conformées (1924).

Première génération (1925). — Ces graines, semées l'année suivante, au Jardin des Carmes, ont donné autant de plantes, aussi belles qu'elles pouvaient l'être dans ce milieu peu aéré. Les racines, sans coloration aucune, avaient, sur la coupe, l'aspect des Betteraves sucrières ; leur richesse moyenne était de 11 pour 100, intermédiaire entre celle des parents cultivés sur le même terrain (fourragère 7,5 pour 100, sucrière 13 pour 100). Les deux caractères : richesse et structure serrée, s'affirment donc assez nettement en F_1.

Deuxième génération (1927). — Une des Betteraves de F_1 a grainé en 1926, à l'abri de toute pollinisation fortuite. Sur les 48 plantes issues de ces graines, quatre sont montées. Une racine est teintée de rose, quatre noircissent rapidement à l'air, comme cela se produit assez fréquemment dans la descendance de la géante blanche. Les teneurs en sucre varient dans une large mesure; la plus élevée est de 15 pour 100, la plus faible de 4; cinq racines sont à 7-8, trois à 8-9, huit à 9-10, cinq à 10-11, six à 11-12, cinq à 12-13, trois à 13-14 et quatre à 14-15 pour 100. Pour ce qui est de la structure, d'une façon générale, les racines les plus riches sont à vascularisation serrée, les plus pauvres à vascularisation lâche, mais il y a des cas intermédiaires et même des exceptions remarquables; c'est ainsi qu'une des souches à 7 pour 100 de sucre laissait voir une belle structure de sucrière, et que trois autres, à vascularisation assez lâche, figuraient parmi les Betteraves riches.

---

[1] H. COLIN et E. BOUGY, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 730.

Troisième génération (1929). — On laissa monter en graines, en 1928, une des plantes de F_2, pivotante, incolore, riche, à structure de sucrière. Les Betteraves récoltées en 1929, année de sécheresse, étaient petites, souvent fourchues et à collets allongés; la teinte rose était fréquente sur les pétioles, la pulpe d'une des racines était teintée de rouge, sauf sur l'emplacement du filet vasculaire axial. Parmi les trente souches soumises à l'analyse, on en comptait six à moins de 7 pour 100 de sucre, cinq à 7-8, six à 8-9, six à 9-10, trois à 10-11, une à 11,2, une à 12,6, et une à 13,3 pour 100. Cette dernière avait cinq anneaux vasculaires bien visibles, mais la précédente était à vascularisation lâche.

Quatrième génération (1931). — La descendance est encore loin d'être homogène. Une des racines est rose à l'extérieur et même au dedans, sur les zones vasculaires; le pigment s'élève, par les pétioles, jusque dans les nervures du limbe. Sur quinze racines analysées, on en compte cinq à 14-15 pour 100 de sucre. Le balancement est remarquable entre les cendres et le sucre; richesse et vascularisation serrée, le plus souvent réunies, sont nettement disjointes sur deux racines.

La conclusion ne fait pas de doute. La structure serrée, si favorable qu'elle puisse être, n'est pourtant pas liée, sans disjonction possible, à la richesse saccharine. Dès lors, il ne paraît pas illusoire de vouloir améliorer, dans une certaine mesure, la taille de nos Betteraves sucrières, tout en leur conservant la richesse acquise.

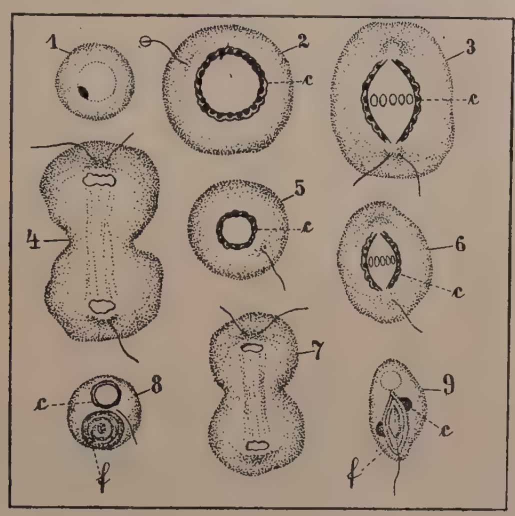
CYTOLOGIE. — *Sur certains composants plasmatiques membraneux et granulaires dans les cellules sexuelles mâles chez les Lépidoptères.* Note de M. **Jan Hirschler**, présentée par M. M. Caullery.

Dans une Note précédente (¹), j'ai décrit, dans les cellules sexuelles mâles, chez les Lépidoptères, des faisceaux de fibrilles et j'ai proposé de les nommer *fusome*. Dans une Note encore sous presse (²), j'ai décrit, dans les mêmes cellules, une autre sorte de fibrilles, qui représentent aussi le fusome. Lorsque le fusome, décrit antérieurement, provient du fuseau central, je l'ai nommé *centrofusome* pour le distinguer du fusome décrit ensuite, que j'ai nommé *nucléofusome*, à cause de sa naissance aux dépens du fuseau nucléaire.

(¹) J. Hirschler, *Comptes rendus Soc. Biol.*, Paris, **109**, 1932, p. 532.

(²) J. Hirschler, *Ibid.*, sous presse.

Dans la présente Note, je voudrais décrire un certain composant plasmatique, qui est une chose différente des deux fusomes ci-dessus mentionnés. J'ai constaté ce composant dans les cellules sexuelles mâles de plusieurs espèces de Lépidoptères : *Phalera bucephala* L., *Macrothylacia rubi* L., *Sphinx pinastri* L., *Deilephila euphorbiæ* L. et d'autres, mais il est surtout fortement développé chez *Dasychira selenitica* L. et c'est chez cet animal que je vais le décrire. La figure 1 représente un jeune spermatocyte, dont la



1, spermatocyte jeune; 2, spermatocyte mûr; 3, métaphase de la première division du spermatocyte; 4, télophase de la même division; 5, intercinèse; 6, métaphase de la seconde division du spermatocyte; 7, télophase de la même division; 8 et 9, spermatides [fixation au liquide de Zenker peu acidifié, chromisation, coloration à l'hématéine alcoolique au fer, d'après Dobell, selon ma modification (*Zeitschr. wiss. Mikroskop*, 34, 1927)]. *c*, croûte; *f*, corps mitochondrial, contenant le centrofusome.

membrane nucléaire est très fine. Pendant la croissance du spermatocyte, sur la périphérie du noyau, se développe une croûte *c*, qui atteint le plus haut degré de son développement dans un spermatocyte mûr (*fig*. 2). Cette croûte *c* se compose de deux membranes, l'une intérieure, qui adhère au noyau et l'autre extérieure; la membrane intérieure est probablement intimement unie à la membrane nucléaire, qui est invisible. Dans l'espace séparant les deux membranes de cette croûte, on voit des granules, qui forment une couche. Croûte et granules sont visibles dans les cellules vivantes; ils ne se colorent, ni par le rouge neutre, ni par le vert Janus. Cette croûte *c* reste intacte pendant la métaphase (*fig*. 3) de la première division du spermatocyte et disparaît lorsque la cellule passe au stade de la télophase (*fig*. 4). Pendant l'intercinèse (*fig*. 5) et la métaphase de la

seconde division du spermatocyte (*fig.* 6), elle est de nouveau présente, pour disparaître encore une fois, quand la cellule arrive au stade de la télophase (*fig.* 7). Dans les jeunes spermatides (*fig.* 8) cette croûte *c* entoure le noyau comme précédemment; ensuite, dans les spermatides plus âgées (*fig.* 9), elle se rompt en quelques fragments, qui adhèrent au corps mitochondrial (*f*).

Nous croyons que la croûte ainsi décrite correspond aux tégosomes, mis en évidence par Grassé et Tuzet ([1]) dans différentes cellules, et sa comparaison avec certains composants plasmatiques des Flagellés [Grassi et Foà : *Joenia annectens* ([2]), Janicki : *Devescovina striata* var. *havaiensis* ([3]), Duboscq et Grassé : *Devescovina Hilli* ([4]), Grassé : *Eutrichomastix colubrorum* ([5])], particulièrement avec leur appareil suspensoriel, nous permet de penser qu'elle dérive du fuseau blépharoblastique. C'est pourquoi nous nous permettons de la nommer *blépharofusome* et nous supposons que, de même que l'acrosome dérive de l'appareil de Golgi (Bowen, Gatenby, Tuzet), les granules qui se trouvent dans ce fusome ne sont que son propre dérivat.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. Les cétones et les corps anthraquinoniques et la fonction antioxygène.* Note de M. **L. Lutz**, présentée par M. L. Mangin.

1. *Cétones.* — Poursuivant mes recherches sur le pouvoir antioxygène des constituants des essences, j'ai soumis aux actions oxydo-réductrices exercées par les mycéliums de divers Champignons Hyménomycètes les cétones suivantes :

Cétone terpénique : carvone.
Cyclanone : menthone.
Cyclénones : camphre synthétique, camphénylone, isofenchone.
Cétones acycliques non terpéniques : propanone, méthyléthylcétone, méthylhexylcétone, méthylnonylcétone.

([1]) P. Grassé et O. Tuzet, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 883.

([2]) B. Grassi et A. Foa, *Rend. d. R. Accad. dei Lincei, Cl. fis. mat. nat.*, 13, 1904, p. 241.

([3]) C. Janicki, *Zeitschrift f. wiss. Zoolog.*, 112, 1915, p. 573.

([4]) O. Duboscq et P. Grassé, *Archiv. de Zoolog. expér. et génér.*, 66, 1927, p. 452.

([5]) P. Grassé, *Ibid.*, 65, 1926, p. 345.

Cétones cycliques : acétophénone, paraméthylacétophénone, phénylacétone, benzophénone.

Cétone cyclique à deux noyaux aromatiques : méthylnaphtylcétone.

Combinaisons aldéhyde + cétone — H^2O : benzylidène-acétone, ionone, méthylionone.

Les expériences ont été faites sur des milieux de la formule habituelle, additionnés de II gouttes de solution aqueuse de bleu de méthylène à 0,25 pour 100 et de II gouttes de solution ou d'émulsion de cétone à 1 pour 100, sauf pour la benzophénone, la benzylidène-acétone et la méthylnaphtylcétone qui se sont montrées toxiques à cette concentration et pour lesquelles la dose a été réduite à I goutte.

L'ensemencement a été fait avec *Stereum purpureum*, *S. hirsutum* et *Coriolus versicolor*, des tubes sans cétones servant de témoins.

L'expérience a été poursuivie pendant trois mois. Au cours de cette période et lors de son expiration, aucune différence sensible ne s'est manifestée entre les tubes renfermant des cétones et les témoins.

On peut dès lors conclure à la non-activité des cétones en tant qu'antioxygènes, ce qui est bien conforme à ce que nous savons de leur mode de formation et de leurs affinités.

2. *Anthraquinone* (diphénylène-dicétone) *et anthraquinones phénoliques* (oxyanthraquinones). — On peut, *a priori*, envisager, au point de vue de l'action antioxygène, une différence très nette entre l'anthraquinone, qui est une dicétone, et les oxyanthraquinones que l'on trouve en abondance relative dans le règne végétal (Rhubarbes, *Rhamnus*, Sénés, etc.). L'oxydation qui engendre ces derniers composés aux dépens des dérivés de l'anthraquinone fait apparaître, en effet, dans le produit de la réaction, la fonction phénol, qui s'accompagne habituellement d'un pouvoir antioxygène plus ou moins énergique.

Les corps essayés sont, outre l'anthraquinone :

L'alizarine (dioxyanthraquinone);

L'acide chrysophanique (dioxyméthylanthraquinone);

L'émodine (trioxyméthylanthraquinone).

Les Champignons choisis comprennent : une espèce sécrétant extrêmement peu d'oxydases et beaucoup de réductases (*Polyporus pinicola*) et deux espèces riches à la fois en oxydases et en réductases (*Corticium quercinum* et *Coriolus versicolor*).

Les cultures ont été faites sur le milieu artificiel habituel, une partie des tubes étant additionnés d'un test d'oxydation (I goutte de solution aqueuse

de gaïacol à 1 pour 100 par 5^{cm^3} de milieu, ou I goutte de suspension aqueuse de naphtol α à 0,50 pour 100 par 5^{cm^3}), les autres d'un test de réduction (I goutte de solution aqueuse de bleu de méthylène à 0,25 pour 100 par 5^{cm^3}) et enfin sur des tubes sans addition de corps anthraquinoniques, servant de témoins.

Les actions antioxygènes, en présence de gaïacol ou de naphtol, donnent des résultats peu nets, en raison de l'oxydabilité de ces corps, qui est supérieure à celle des composés anthraquinoniques. Tout au plus peut-on noter un léger retard de la coloration en présence d'émodine et un retard un peu plus sensible en présence d'alizarine. L'acide chrysophanique agit à peine.

Les réactions sont, au contraire, très nettes en présence de bleu de méthylène.

15 jours après l'ensemencement, on note, dans les cultures faites en présence de *Corticium quercinum* et de *Coriolus versicolor*, une réduction du bleu sur 1^{cm} environ d'épaisseur, avec les trois oxyanthraquinones, tandis qu'il n'y a aucune modification sensible des témoins, non plus que des cultures faites en présence de l'anthraquinone.

Ces différences s'accentuent par la suite : un mois après l'ensemencement, les tubes contenant les oxyanthraquinones sont presque totalement décolorés, et la décoloration est totale au bout de deux mois, alors que les témoins sont encore très éloignés de ce stade : coloration lilas du milieu avec le *Corticium quercinum*, zone superficielle décolorée de $0^m,005$ d'épaisseur seulement avec le *Coriolus versicolor*.

Aux mêmes époques, les tubes renfermant de l'anthraquinone ne se distinguent en rien des témoins.

Quant au *Polyporus pinicola*, des expériences antérieures ont montré qu'il ne sécrétait à peu près pas de ferments oxydants. Son action, en présence des composés anthraquinoniques, ne devait, en conséquence, manifester que des différences insignifiantes avec les témoins. L'expérience a montré qu'il en est bien ainsi.

Les corps anthraquinoniques se sont donc comportés, en présence des ferments sécrétés par les Champignons, exactement comme pouvait le faire prévoir leur constitution chimique : action antioxygène nulle avec l'anthraquinone (dicétone); nette, au contraire, avec les anthraquinones phénoliques.

IMMUNOLOGIE. — *Relation entre le pouvoir toxique et le pouvoir antigène des toxines diphtériques.* Note [1] de MM. **G. Stodel** et **A. Bourdin**, présentée par M. H. Vincent.

Dans ses travaux sur la floculation, Ramon a montré qu'il y a une correspondance entre le pouvoir floculant et le pouvoir toxique d'une toxine diphtérique; cette correspondance existe pendant toute la durée de l'élaboration de la toxine au sein de la culture, de telle façon que le pouvoir floculant peut servir à titrer le pouvoir toxique [2].

Schmidt a confirmé cette constatation [3], et, plus tard, Ramon [4] a montré que le pouvoir floculant d'une toxine diphtérique mesure son pouvoir antigène. En d'autres termes, si l'on prend soin de récolter la toxine diphtérique avant que son pouvoir toxique ait commencé à diminuer, il y a correspondance entre le pouvoir toxique et le pouvoir antigène.

En appelant pouvoir toxique le pouvoir toxique maximum d'une culture diphtérique, nous nous sommes préoccupés de savoir si cette correspondance existe quelle que soit la richesse de la toxine en l'une et l'autre propriétés; et aussi de rechercher si cette correspondance pouvait se traduire par une relation mathématique.

En utilisant comme milieu de culture le bouillon Martin, simple ou additionné de glucose et ensemencé avec des bacilles diphtériques de souches différentes, nous avons préparé une gamme de toxines diphtériques allant des plus pauvres aux plus riches, savoir 2 unités à 20 unités.

L'expérience nous a montré que, dans les conditions dans lesquelles nous nous sommes placés, pour avoir une toxine possédant à la fois son maximum de toxicité et son maximum de pouvoir antigène (floculant), il faut faire une récolte au 9e jour de culture.

Pour chaque toxine filtrée au 9e jour, nous avons mesuré par floculation la valeur antigène exprimée en unités antigéniques au centimètre cube (l'unité antigénique définie par Ramon étant la quantité de toxine qui, ajoutée à l'unité antitoxique Ehrlich, provoque la floculation dans le temps

(1) Séance du 2 mai 1932.
(2) Ramon, *C. R. Soc. Biol.*, 89, 1923, p. 2.
(3) Schmidt, *C. R. Soc Biol.*, 90, 1924, p. 1178.
(4) Ramon, *Ann. Inst. Past.*, 38, 1924, p. 1.

minimum), et la valeur toxique pour le cobaye, en nombre de doses minima mortelles pour un cobaye de 250^{g} contenues dans 1$^{cm^3}$.

L'expérience nous a montré que ces deux valeurs subissaient des variations de même sens, sans qu'il y ait cependant proportionnalité.

Voici quelques chiffres

Valeur antigène.	Toxicité cobaye.
4 unités...............	100 doses minima mortelles
8 »	400 »
10 »	600 »
12 »	900 »
13 »	1100 »
16,5 »	1600 »
20 »	2500 »

Si l'on porte en abscisses les valeurs antigènes x et en ordonnées les valeurs toxiques y, on obtient une courbe parabolique qui peut être définie par la formule :

$$y = Kx^2,$$

où K est une constante égale à 6,3.

Ainsi le pouvoir antigène et le pouvoir toxique d'une toxine diphtérique, préparée dans les conditions indiquées, sont liés dans leurs variations par une formule qui permet de déterminer le pouvoir toxique, connaissant le pouvoir antigène (mesuré si facilement par floculation) ou, inversement, le pouvoir antigène, connaissant le pouvoir toxique (déterminé sur le cobaye).

Expérimentalement, la connaissance de cette courbe permet dans tous les cas une économie considérable d'animaux et de temps, puisque l'on sait dans quelle zone doit porter toute vérification.

PATHOLOGIE. — *Un cas de blastomycose invétérée transmissible au cobaye, due à un* Saccharomyces *pathogène* (Saccharomyces Jadini *n. sp.*). Note [1] de MM. **A.** et **R. Sartory**, **J. Weill** et **J. Meyer**.

Nous rapportons aujourd'hui un cas [2] qui nous a paru digne d'attirer l'attention d'une façon toute spéciale, étant donnés les erreurs successives

---

[1] Séance du 2 mai 1932.

[2] Nous remercions bien sincèrement les docteurs Allenbach et Zimmer qui ont bien voulu nous fournir le matériel nécessaire à cette étude.

dans le diagnostic et les nombreux traitements nullement spécifiques qui lui ont été appliqués avant que les recherches de laboratoire aient décelé la véritable nature du parasite.

La malade, une jeune femme, a été traitée en 1924 pour ulcères de l'estomac; l'année suivante, le poids diminuant, la fièvre oscillant entre 38° et 39°, elle est soignée pour tuberculose; les épreuves spécifiques sont négatives de même que la recherche des parasites dans les selles. En 1926, la malade est opérée d'une gastro-entéro-anastomose; le suc gastrique montrant une hypochlorhydrie, celle-ci est corrigée par une médication à l'acide chlorhydrique. L'instabilité thermique, la perte de poids, l'état nerveux de la malade ayant suggéré le diagnostic de maladie de *Basedow*, on pratique ensuite une irradiation de la thyroïde qui reste sans effet. Durant les années 1927 et 1928, un traitement spécifique antisyphilitique est instauré; les séro-diagnostics sont négatifs vis-à-vis de la syphilis et de la fièvre de Malte. L'examen radiologique fait envisager une ostéite du sacrum; la malade avait attiré l'attention sur des douleurs ressenties dans cette région depuis 1924. Le traitement de Finikoff, pratiqué en 1929, est très mal toléré; l'année suivante il survient un abcès dans la région fessière; le pus est stérile; l'abcès guérit, puis s'ouvre de nouveau; en 1931, une nouvelle récidive est guérie chirurgicalement, puis un nouvel abcès apparaît; à ce moment on constate la présence d'une chaîne ganglionnaire montant vers le sacrum; un prélèvement de pus est examiné au laboratoire.

Il décèle un staphylocoque et de nombreuses cellules rondes 4 à 5 fois plus grandes que les coccis, en petits amas, par deux ou par quatre. Vu la taille de ces éléments on pense à une mycose. L'isolement réalisé, l'examen microscopique a donné les caractères suivants : Cellules levures rondes de 4 à 5^{μ} de diamètre. Très nombreux asques ($3^{\mu},75 \times 5^{\mu}$) ; ascospores au nombre de 2 ou de 4 ($1^{\mu},25$). Après fixation de l'espèce : cellules ovalaires (4 à $5^{\mu} \times 2$ à 3^{μ}) bourgeonnantes. Sur les milieux solides : formes filamenteuses ($1^{\mu},25$ à $2^{\mu},50$ de calibre sur 25 à 30^{μ} de long). A partir de ces formes fixes on a pu obtenir des asques à ascospores par cultures sur blocs de plâtre. Sur les milieux liquides, voile éphémère ; sur les milieux solides tapis blanc lisse à la périphérie, grumeleux et surélevé au centre ; la culture fonce en vieillissant. La gélatine n'est pas liquéfiée ; le lait est coagulé sans peptonisation, le blanc d'œuf n'est pas attaqué ; fermentation très active du glucose et du maltose ; pas d'action sur le lactose et le lévulose.

L'inoculation intracardiaque au cobaye a occasionné la mort du 5ᵉ au 7ᵉ mois ; pas d'adénopathie typique ; présence de nodules lympha-

tiques mésentériques, bronchiaux et mammaires; rate hypertrophiée (3 fois le volume habituel); macroscopiquement aspect spongieux, nodules gris jaunâtre; foie hypertrophié parsemé d'abcès miliaires; poumons parsemés d'abcès miliaires surtout le gauche. L'urine réduit la liqueur de Fehling. Histologiquement le foie et surtout la rate sont infestés par les levures avec formation de granulomes à nombreux macrophages et forte réaction du système reticulo-endothélial.

Les rétrocultures sont positives. Le traitement a été le suivant : injections intradermiques de sulfate de cuivre (3×2^{cg} par jour); la dose totale a été de 5^{g}, supportée facilement; la malade présentant une intolérance maximale à l'iode (œdème pulmonaire après trois piqûres de 1^{cm^3} de Lipiodol), congestion des muqueuses et catarrhe après $0^{cg},10$ d'iode, on emploie la néoiodipine Merck qui est supportée sans aucun signe d'iodisme; on la fortifie par l'insuline et les ultraviolets. La température a tendance à se régulariser alors, mais il persiste une fébricule; la gène nodulaire lymphatique disparaît, le poids monte (de 3^{kg}), l'abcès se résorbe, l'état général est bon.

	Sporo-agglutination.	
	Avant le traitement.	Après le traitement.
Rhinocladium Beurmanni	1/500	1/150
Espèce étudiée	1/200	0

La radioscopie ne montre plus que l'image ostéokystique du sacrum.

Étant donnés ces résultats, nous pouvons conclure qu'il s'agit en l'espèce d'un cas de blastomycose dû à un *Saccharomyces*, d'après la classification de Guilliermond. L'infection expérimentale est positive pour le cobaye, de même que les rétrocultures. Le traitement au moyen de sulfate de cuivre et de néoiodipine a une action très favorable sur l'évolution de la maladie qui revêtait avant le traitement un caractère évolutif inquiétant avec début de cachexie.

Nous sommes heureux de dédier cette espèce nouvelle au professeur Jadin, doyen de la Faculté de Pharmacie de Strasbourg, et proposons pour elle le nom de *Saccharomyces Jadini* n. sp.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *La détermination des types du virus aphteux.* Note de M. **Joseph Lignières**, présentée par M. E. Leclainche.

Tous ceux qui se sont appliqués à découvrir un vaccin efficace contre la fièvre aphteuse ont constaté que cette découverte est trop complexe pour être le fait du hasard. Elle doit être le résultat de l'étude systématique et approfondie des virus aphteux.

On a cru pendant longtemps à l'unité du virus aphteux; puis, nous avons appris, grâce aux travaux de Vallée et Carré, qu'il existe deux types de virus aphteux, dénommés O et A, produisant les mêmes lésions, mais différents en ce sens qu'ils sont incapables d'immuniser l'un contre l'autre. En Allemagne, Waldmann a rencontré un troisième virus, C. A côté de ces types, on trouve aussi des virus un peu différents, des variantes comme quelques-uns les appellent.

Je voudrais aujourd'hui m'occuper de la détermination des types de virus aphteux.

Je me suis attaché à rechercher les meilleures méthodes pour établir le type de chaque virus lorsqu'on part d'une lésion aphteuse. Il faut se procurer des aphtes trés récents, non encore ouverts, si possible, et de préférence recueillis sur la langue de bovidés le jour de l'apparition de la maladie.

Pour les inoculations, l'emploi de bovidés étant trop coûteux, j'ai choisi le cobaye adulte ayant les quatre pattes blanches, en excellent état d'embonpoint, d'un poids moyen de 800^g; l'inoculation du virus à déterminer est faite dans le derme de la face plantaire. Avant tout, il faut que le virus à essayer fasse à peu près toujours des lésions généralisées par inoculation au cobaye, ce qui s'obtient, le plus souvent, après 5 à 12 passages successifs sur cet animal. Dans ce cas, le cobaye montre, après 24 heures, une forte lésion vésiculaire à la patte inoculée et, bientôt après, l'extension des lésions aux autres pattes et parfois à la bouche. C'est donc lorsque le virus se généralise à coup sûr qu'on peut chercher à le déterminer, en l'inoculant à toute une série de cobayes guéris d'infections par des types bien connus. Si le virus nouveau est du type O, tous les cobayes guéris d'une infection à virus O ne présenteront aucune lésion, tandis que ceux immunisés par une inoculation antérieure du type A ou C montreront des lésions aux quatre pattes. Il arrive que le nouveau virus ne donne aucun résultat chez les cobayes ayant déjà reçu antérieurement un virus, bien qu'il appar-

tienne à l'un des types classiques. Ce résultat est dû à ce que le virus, bien que déterminant chez le cobaye neuf des lésions généralisées, n'est pas encore suffisamment accoutumé à cette espèce animale; il faut alors continuer les passages sur cobayes neufs et l'on constate qu'après le quinzième ou le vingtième passage l'inoculation croisée répond très clairement.

Au lieu d'employer des cobayes guéris d'une infection aphteuse, je me suis servi, souvent avec avantage, de cobayes vaccinés contre les prototypes de virus connus. Cette vaccination est très facile avec la méthode que j'ai établie et que je ferai connaître sous peu. Les cobayes ainsi vaccinés répondent d'ordinaire plus aisément lorsqu'on les inocule avec un nouveau virus. Chez les cobayes vaccinés par le même type de virus que celui à déterminer, lorsqu'on leur inocule ce dernier dans le derme de la face plantaire, le résultat de l'inoculation n'est pas toujours négatif. Il peut se produire des lésions locales d'intensité variable, depuis la petite tache de la grosseur d'un grain de riz, jusqu'à la vésicule envahissant la surface plantaire inoculée; mais, sans produire jamais la généralisation, c'est-à-dire l'apparition de lésions, même légères, aux autres pattes. La généralisation serait la preuve que le virus à l'essai est d'un type différent.

Ces résultats peuvent être dus à une sensibilité anormale d'un des cobayes inoculés; dans ce cas, les autres — on en inocule d'ordinaire quatre avec le même produit — ne présentent rien.

Quand tous les cobayes ou la majorité d'entre eux montrent des lésions locales nettes, on a affaire à une de ces variations qui sont si fréquentes dans la nature. Cette première épreuve, qui donne déjà des indications précieuses, n'est pas à elle seule suffisante; il faut faire toujours la contre-épreuve, qui consiste à attendre la guérison des cobayes généralisés avec le nouveau virus, pour leur inoculer aussi, à la face plantaire, aux uns le virus (O), aux autres les virus (A) et (C) respectivement.

C'est quand la première épreuve et la contre-épreuve donnent des résultats bien concordants qu'on peut être sûr du type de virus auquel on a affaire.

Une cause de difficultés grandes et même d'erreurs pour la détermination d'un nouveau virus réside dans l'emploi de prototypes de virus O, C ou A trop faibles ou insuffisamment caractérisés, comme c'est souvent le cas. Il faut avoir eu en main des prototypes forts et parfaitement tranchés et des virus bien déterminés, mais faibles, pour se rendre compte de cette observation capitale. En octobre 1930, M. le D[r] Andrews, de Londres, m'avait

envoyé trois virus aphteux n°s 39, 71 et 72, atypiques, qu'il n'avait pu classer; à l'aide de mes virus forts, j'ai pu aisément les déterminer comme trois variantes du type O. Il importe, en même temps qu'on détermine le type auquel appartient un nouveau virus, de reconnaître sa valeur pathogène et immunisante, comparée à celle des prototypes du virus dont on s'est servi.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Transmission de l'homme au cobaye (après passage par le rat) du virus typhique toulonnais (typhus endémique bénin des navires de guerre)*. Note de MM. **Marcandier** et **Robert Pirot**, présentée par M. Ch. Nicolle.

Depuis que Plazy et ses collaborateurs ont signalé, pour la première fois, l'existence à bord des navires de guerre à Toulon d'une forme atténuée de typhus exanthématique [1], plusieurs essais de transmission directe de l'affection, du malade au cobaye, ont été tentés dans les laboratoires de la Marine.

Sur 21 inoculations, faites récemment, soit en partant de cas humains, soit après passage chez le singe, aucune n'a été nettement démonstrative. La recherche de l'affection inapparente n'a pas non plus donné de résultats précis.

En présence de ces échecs et connaissant la sensibilité du rat blanc au virus du typhus mexicain (Mooser), dont se rapproche notre typhus nautique toulonnais, nous avons eu l'idée d'exalter au préalable le virus d'origine humaine par passage chez ce rongeur.

On a cherché ensuite si l'inoculation du cerveau de rat au cobaye reproduirait les lésions caractéristiques (fièvre, périorchite), observées par Mooser au Mexique et par nous-mêmes à Toulon, en partant des rongeurs naturellement infectés [2].

Un rat, *Mus decumanus* femelle, variété pie agouti-pâle, provenant d'un élevage anglais sélectionné, est inoculé, dans le péritoine, avec 2^{cm^3} de sang du malade R... du cuirassé *Paris*, au 4e jour (température 39°,5) d'un typhus bénin typique, dont le

(1) Plazy, Marçon et Carboni, *Typhus endémique bénin (maladie de Brill)* (*Bull. Acad. Méd.*, 98, 1927, p. 348).

(2) Marcandier et R. Pirot, *Présence d'un virus, voisin de celui du typhus exanthématique, chez les rats des navires de guerre à Toulon* (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 399).

Weil-Felix atteindra le taux de 1/2000 à la convalescence (service de M. le professeur Plazy).

La température du rat, qui était de 36°,8 avant l'inoculation, oscille entre 36°,8 et 37° pendant 5 jours; au 6ᵉ jour, montée brusquement à 38°, puis défervescence rapide.

Au 8ᵉ jour, le rat est sacrifié. Son cerveau, broyé aseptiquement, est passé à un cobaye 70. Au 7ᵉ jour, début d'une élévation thermique, avec périorchite violente caractéristique.

L'évolution fébrile est absolument superposable à celle des cobayes qui servent à l'entretien de la souche murine du laboratoire, souche dont le point de départ est précisément un rat, naturellement infecté du *Paris*, bâtiment auquel appartenait le malade.

Les cobayes, inoculés avec ce virus d'origine humaine, ont résisté à l'inoculation ultérieure d'un virus murin, souche issue du cuirassé *Paris*.

Cette sensibilité du rat, qui facilite l'expérimentation en partant de la maladie humaine, rapproche encore le virus toulonnais du virus mexicain; elle confirme l'origine murine du typhus bénin, observé à bord de nos navires de guerre.

ENTOMOLOGIE MÉDICALE. — *Les races trophiques de l'*Anopheles maculipennis *décelées par les élevages expérimentaux comparés*. Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. F. Mesnil.

J'ai pu réunir et éduquer à l'Insectarium de l'Institut Pasteur une quinzaine de souches européennes différentes de l'*Anopheles maculipennis* : Espagne (Provinces de Jaen, Caceres, Huelva, Murcie, etc.), Italie (Toscane, Marais Pontins), Autriche, Pays-Bas, Angleterre, France (régions diverses). La comparaison, en conditions strictement semblables, de ces différents types du même moustique m'a permis de contrôler directement la thèse que j'ai formulée touchant la différenciation dans l'espèce, si importante au point de vue antipaludique, de races trophiques différentes.

J'indiquerai d'abord que la réunion à l'état vivant, dans un même centre de recherches, de représentants éloignés d'une espèce aussi fragile, se fait plus facilement en hiver. L'expérience m'a permis de constater qu'à cette saison les moustiques supportent très aisément le transport à longue distance. Des Anophèles, expédiés par la poste sans précautions spéciales, en tubes de verre ou boîtes de cigares, me sont parvenus bien vivants du sud de l'Espagne. Une centaine d'Anophèles envoyés par avion de l'Italie méridionale, dans une mallette de bois, par A. Missiroli, ont eu à supporter

en fin décembre pendant leur transport un froid sévère, encore accru par la haute altitude au passage des Alpes. Ces moustiques gelés sont arrivés complètement inertes, morts en apparence; placés à température douce, en milieu humide, ils ont peu à peu repris toute leur vitalité et aucune mortalité n'a été enregistrée. Contrairement à ce que l'on suppose, le froid n'est donc pas un obstacle au transport artificiel des moustiques; il facilite au contraire leur dispersion à grande distance en diminuant leurs besoins alimentaires. C'est là, entre autres, une raison de plus de redouter le rôle de l'avion dans la dispersion mondiale possible des espèces pathogènes de Culicides.

L'étude comparative des souches européennes diverses introduites à l'Insectarium a permis, d'autre part, de distinguer nettement les peuplements, sous le rapport de leurs affinités zoophiles ou anthropophiles. Les moustiques étant placés dans des terrariums vitrés, uniformes, de $40 \times 40 \times 30^{cm}$, on éprouvait tous les jours leur temps de réponse à l'attraction comparée du bras humain ou d'un animal d'épreuve (cobaye), introduits dans les boxes. Il a ainsi été reconnu de façon certaine que les seules souches donnant dans ces conditions une réponse de priorité constante pour l'attaque de l'homme sont des souches *paucidentées* dont l'armement maxillaire, le plus faible connu, ne dépasse pas la moyenne générale de 14 dents avec large prédominance d'individus à 13-14 dents. Deux souches, l'une du Sud-Espagne (Murcie), l'autre des Marais Pontins, identiques par leur faible indice maxillaire, ont révélé les mêmes préférences anthropophiles. Ces caractères, suivis dans trois générations successives, se sont montrés stables et héréditaires, rendant pratiquement impossible l'entretien libre sur cobaye de ces souches. Le recours au bras humain fut indispensable pour assurer les élevages.

Toutes les autres souches européennes expérimentées, souches multidentées ayant généralement plus de 15 dents aux maxilles, ont réagi au cobaye de préférence à l'homme, rendant leur entretien facile sur l'animal d'épreuve. La zoophilie, ainsi exprimée comme caractère de race trophique indiscutable, a donc bien pour appui morphologique la différenciation plus poussée de la scie maxillaire des moustiques. Il a été constaté, d'autre part, que les femelles à dents maxillaires nombreuses des peuplements zoophiles se gorgent généralement plus vite sur l'animal que les femelles paucidentées des peuplements anthropophiles; celles-ci se gorgent beaucoup plus facilement sur l'homme.

La comparaison de deux souches classiques d'Anophèles italiens, l'une

originaire d'une région non palustre (Massarosa en Toscane), l'autre d'une région très palustre (Marais Pontins), a confirmé l'accord de ces données avec l'évolution générale du paludisme en Europe. J'ai pu vérifier la zoophilie élective de la souche toscane de Massarosa, que j'avais prévue dès 1921, à distance, sur des documents de statistique ([1]). Cette souche *multidentée* est facile à distinguer, d'autre part, de celle *paucidentée*, de Tor Tre Ponti (Marais Pontins), souche électivement anthropophile comme l'ont bien vu Missiroli et Hackett. L'étude de l'indice maxillaire appuie nettement dans ce sens celle des réactions trophiques pour la distinction des deux souches; elle éclaire aussi les différences régionales observées au point de vue de l'endémie palustre.

A $15^h 25^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $15^h 55^m$.

E. P.

([1]) *Bull. Soc. Path. Exot.*, 14, IX, 1921, p. 578.

ERRATA.

(Séance du 14 mars 1932.)

Note de M. *Karol Borsuk*, Sur la notion de contractibilité locale des ensembles :

Page 952, lignes 17, 18 en remontant, *au lieu de* Dans la suite, j'entendrai pour abréger par ensembles les ensembles métriques et compacts en soi, *lire* Dans la suite, j'entendrai pour abréger par ensembles les ensembles métriques et compacts en soi de dimensions finies.